THÈSE

présentée pour l'obtention du grade de

DOCTEUR ÈS SCIENCES

MENTION SCIENCES APPLIQUÉES

A L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

par M. Roland CONDAMINES

1er SUJET : Contribution à l'étude psychophysique de la régulation du niveau sonore dans la prise de son.

2e SUJET : Propositions données par l'Université.

soutenue le 8 décembre 1972

devant la Commission d'examen composée de :

MM. L. GAUTHIER — Président

R. SIESTRUNCK
E. LEIPP
J. J. MATRAS
} Examinateurs

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550019_0005

THÈSE

présentée pour l'obtention du grade de

DOCTEUR ÈS SCIENCES

MENTION SCIENCES APPLIQUÉES

A L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

par M. Roland CONDAMINES

1er SUJET : Contribution à l'étude psychophysique de la régulation du niveau sonore dans la prise de son.

2e SUJET : Propositions données par l'Université.

soutenue le 8 décembre 1972

devant la Commission d'examen composée de :

MM. L. GAUTHIER — Président

R. SIESTRUNCK
E. LEIPP
J. J. MATRAS
— Examinateurs

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

E R R A T A

pages

101	(- 25) au lieu de "52 - autobus", lire "34 - autobus"
119	(-30) remplacer 0,5 par ≃0,5 tabl. MONO milieu
124	Comparaison classement auditif (3e alinéa) - lire : presque toujours supérieur à 0,5 et souvent à 0,8
134, 135	Les 6 dernières lignes p 134 à mettre comme 2e alinéa p 135
203	(- 4) lire "à quelques exceptions près"
224	(- 4) lire "on percevait" (au lieu de on perçait)
295	(- 9) lire "la somme" (et non la source).

tableaux

fig 4	supprimer la partie < 30 Hz (resp. <80 Hz) pour Qu (resp. Or)
29	Echelle : lire 2 dB (au lieu de 5 dB)
27	sous-titre, coin Sup gauche : lire (direct + inverse)
30	rajouter en bas, à gauche ler tableau : < avec l'ordre établi par l'opérateur
41	en bas NY', ZD' ..... (au lieu de NY, ...)
63, 64, 65	doubler l'échelle, le segment dessiné représente 0,5 dB
77, 78, 79	dans le titre remplacer "enchaînement" par "équivalence".

ERRATA

TABLE des MATIERES

pages

INTRODUCTION I

L'espace sonore subjectif 2
Qualités des sons 3
Problèmes liés au "niveau sonore" 4

Chapitre I - MOYENS et METHODES 9

Le complexe de prise de son 9
Le complexe d'observation I0
Le complexe d'écoute II
Locaux utilisés I2
L'appareillage B F I3
Les haut-parleurs I6
Contrôle visuel du niveau I7
Le potentiomètre I9
Mesures de pression acoustique I9
Caractéristiques des observateurs utilisés 2I
Généralités sur les modulations 23
Les paramètres physiques 26
Réglage de l'enregistreur graphique du niveau de pression acoustique 27
Généralités sur le relief sonore 28
Niveau préférentiel d'écoute - Reproductibilité - Fatigue .. 29
Qualité des copies successives 32
Compléments sur les complexes d'observation et d'écoute ... 35
Le degré d'attention 38
Perturbation de l'ouïe 40
Influence de la vue 4I
Dualité temps-espace 4I
Plan du travail 43

Chapitre 2 - ESSAIS PRELIMINAIRES 45

Simulation d'une modulation complexe hétérogène 45
Elaboration du schéma de base des essais statistiques 49
Principe de réalisation 49
Principe de dépouillement 5I
Résultats : étude des moyennes 53
Résultats : tests statistiques sur l'influence des paramètres 55

pages

Nombre d'échelons de sensibilité 59
Réalisation des essais 60
Résultats 6I

Chapitre 3 - NIVEAU et VARIATION DE NIVEAU 65

Principe de l'expérience 66
Réalisation 66
Dépouillement 68
Résultats 69
Perception du niveau 69
Perception de la variation de niveau 69
Perception des maxima et des minima 70

Chapitre 4 - DISTANCE 73

Notion de distance 73
Sons de référence (bruit blanc, bruit rose, ton pur I 000 Hz) 75
Distance locale, distance globale 79
Influence de la durée sur la distance 79
Notion locale et globale de la distance 8I
Symétrie de la distance 84
Distance et régulation du niveau 86
Compensation à long et à court terme 86
Compensation d'ensemble 89

Chapitre 5 - INTEGRATION TEMPORELLE 92

Temps d'estompage 93
Temps d'intégration positif 95
Temps d'intégration négatif 96

Chapitre 6 - CORRESPONDANCE OBJECTIF - SUBJECTIF 99

Réalisation des essais 99
Résultats : cohérence des échelles I0I

Chapitre 7 - CLASSIFICATION des MODULATIONS I06

Remarques générales I06
Types artistiques ("genres") I06
Types dynamiques I06
Types spectraux I08

Pages

Chapitre 8 - TYPES ARTISTIQUES, DYNAMIQUES et SPECTRAUX III

Comparaison à partir des enchaînements III
Réalisation II3
Résultats II4
Comparaison à partir de la dynamique II7
Réalisation II7
Résultats II8

Chapitre 9 - L'INDICE DYNAMIQUE I2I

Principe des essais I22
Résultats I23
Compressions, extensions I23
Classement auditif et classement visuel I24
Définition de l'indice dynamique I24

Chapitre IO - REPRODUCTIBILITE I28

Principe des essais I28
Résultats I30
Interprétation I32

Chapitre II - ESSAIS COMPLEMENTAIRES I34

Temps d'intégration à moyen et court terme I34
Transitions acoustiques : rôle du temps et de la contrainte. I37
Enchaînements : compensation de l'imperfection de ΔL par $\Delta\theta$. I40
Variation de la contrainte subjective selon le niveau et la durée I42
Echelle d'amplitude subjective utile - Variation avec la durée I44

Chapitre I2 - GENERALITES SUR LES ESSAIS STATISTIQUES I48

Structure élémentaire des essais I48
Choix des modulations I5I
Précautions particulières I53

Chapitre I3 - LES ENCHAINEMENTS : ROLE DE LA DUREE I55

Principe des essais I55
Plan d'expériences I55
Réalisation I57
Dépouillement des réponses I60

pages

Etude des moyennes I63
Calculs statistiques complémentaires I69
Vue d'ensemble I76

Chapitre I4 - LES ENCHAINEMENTS : BRUIT et CARACTERE SIGNIFICATIF. I8I

Principe des essais I8I
Plan d'expériences I8I
Réalisation I83
Dépouillement des réponses I85
Etude des moyennes I86
Calculs statistiques complémentaires I9I
Vue d'ensemble I94

Chapitre I5 - LES ENCHAINEMENTS : ECHELLES DE BRUIT ROSE 200

Principe des essais 200
Réalisation 20I
Etude des moyennes 203
Vue d'ensemble 207

Chapitre I6 - LA DYNAMIQUE : ECHELONS DE DISTANCE 2I0

Principe des essais 2II
Plan d'expériences 2II
Réalisation 2I3
Etude des moyennes 2I4
Calculs statistiques complémentaires 2I9
Vue d'ensemble 22I

Chapitre I7 - LA REGULATION DU NIVEAU SONORE: PROPRIETES LOCALES. 23I

Principe des essais 232
Plan d'expériences 234
Réalisation 236
Dépouillement 237
Etude des moyennes 239
Calculs statistiques complémentaires 240
Vue d'ensemble 252

Chapitre I8 - LA REGULATION DU NIVEAU SONORE: PROPRIETES GLOBALES 260

Principe des essais 260

pages

Plan d'expériences 261
Réalisation 262
Dépouillement 263
Etude des moyennes 264
Calculs statistiques complémentaires 275
Vue d'ensemble 280

CONCLUSIONS GENERALES 294

BIBLIOGRAPHIE 302

ANNEXE Figures I à IO
Tableaux I à I57

I

CONTRIBUTION A L'ETUDE PSYCHOPHYSIQUE DE LA REGULATION DU NIVEAU SONORE DANS LA PRISE DE SON

INTRODUCTION

La prise de son se propose (1) de créer, pour un observateur, des perceptions sonores par des moyens autres que l'écoute directe des sources. En l'état actuel, cela implique l'utilisation des procédés électro-acoustiques, mais le concept de prise de son, en toute généralité, déborde largement ce cadre. Il s'agit d'une application d'un ensemble de départ ("complexe" comprenant sources sonores réelles, artificielles ou fictives) sur un ensemble d'arrivée représenté par la subjectivité des auditeurs. Ces ensembles sont définis en se donnant un nombre suffisant de paramètres, certainement très important si l'on s'en rapporte à la complexité des phénomènes observés par les preneurs de son (1, 2). Le niveau d'intensité sonore subjective (3) ou plus brièvement niveau sonore est l'un d'eux, que la pratique a montré particulièrement important si l'on en croit les consignes très strictes données aux opérateurs (4), mais ce concept émerge seulement de la multiplicité des paramètres mis en jeu (5, 6, 7).

Quels sont les poids respectifs de la nature des modulations sonores, de la psychologie des auditeurs, de la qualité des chaînes électro-acoustiques ou des salles d'écoute, pour ne citer que ceux qui viennent immédiatement à l'esprit? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de préciser d'emblée les conditions du problème, en se dégageant de l'aspect technique marqué par la pratique de l'électro-acoustique, c'est-à-dire en considérant celle-ci, comme un simple moyen de fixer un certain nombre de paramètres de l'ensemble d'arrivée.

La figure I résume cette conception. Elle représente les relations appliquées au complexe de prise de son P comprenant tout ce qui est utilisé à cette fin, à l'exception du preneur de son lui-même, de l'ambiance acoustique dans laquelle il est plongé, et de l'organe régulant le niveau. P est inclus dans un ensemble représentant l'esthétique et la sémantique du message sonore (8a). Cet ensemble de départ est appliqué sur la subjectivité des auditeurs, elle-même faisant partie d'un "complexe d'écoute" E, incluant aussi tout ce qui conditionne l'ambiance acoustique physique environnant l'observateur. De même, on distinguera la subjectivité du preneur de son, faisant partie d'un complexe d'appréciation et de commande O, ou encore "d'observation", incluant aussi tout ce qui conditionne l'ambiance acoustique où est immergé cet opérateur.

Nous séparerons des ensembles précédents le dispositif de régulation du niveau (9a) simple potentiomètre agissant sur la tension audiofréquence, appareillage qui joue un rôle fondamental : c'est lui qui, tous réglages préliminaires du complexe de prise de son effectués, intervient en dernier lieu. Le preneur de son, connaissant le complexe d'écoute et imaginant dans ces conditions les perceptions de l'auditeur par la voie a, recevant lui-même des impressions subjectives par la voie b, réagit par la voie c sur le niveau électrique, donc le niveau sonore.

La régulation du niveau d'intensité sonore est l'ultime moyen d'action par lequel l'opérateur assure une application correcte du complexe de prise de son sur le complexe d'écoute. D'où son importance extrême et l'observation courante qu'une manipulation inconsidérée du potentiomètre peut ruiner une interprétation de qualité. Remarquons qu'il n'en découle pas pour autant que le niveau global d'écoute à la réception soit un paramètre crucial; n'interviennent à titre direct dans cette régulation que les variations fines de force sonore. Une certaine approche de l'étude des relations psychophysiques liant ces variations aux caractéristiques subjectives et objectives des complexes d'écoute et d'observation est l'objet du présent travail.

L'espace sonore subjectif

Pour la description des paramètres ou critères subjectifs, il sera fait appel aux résultats des nombreux travaux concernant la perception du monde sonore (et tout particulièrement 5, 10, 11, 8). L'étude de la stéréophonie, qui a posé des problèmes particuliers de perception directionnelle (23, 12, 13) et de définition du relief sonore spatial (14), a mis en évidence l'utilité de la notion d'espace sonore subjectif, transposable d'ailleurs pour d'autres catégories de perceptions et notamment au cas de la vision.

Cette notion d'espace subjectif peut se résumer comme suit : lorsque nous percevons des sons, cela se traduit dans notre esprit par une visualisation (15), d'ailleurs plus ou moins importante selon les types psychologiques (16 a). Les sources sonores qui, de physiques, deviennent alors subjectives paraissent plus ou moins proches de l'observateur et situées dans des directions variées, donc présentent une localisation spatiale. La figure 2 donne une idée de ce phénomène qui caractérise l'espace subjectif, en représentant de manière conventionnelle une coupe verticale de cet espace (17) par le plan sagittal de l'observateur (la coupe par un plan horizontal serait analogue). La densité des hachures correspond à la plus ou moins grande importance psychologique à priori des phénomènes selon leur emplacement subjectif : ce qui, pour le sujet paraît situé en avant est plus présent, plus facilement intégré sans effort particulier d'attention que ce qui provient de l'arrière; et de même ce qui est loin par rapport à ce qui est près. En résumé, la densité des hachures est liée à une certaine "tension de vigilance" spontanée, correspondant pour le cône A O B, au traditionnel cône d'attention (1a), ou cône de vigilance (14).

Notons que la localisation subjective peut fort bien ne pas simuler la localisation physique; il en est ainsi pour les sons réverbérés (1, 18) qui viennent de toutes les directions mais dont la résultante psychologique, pour une écoute ordinaire est située vers l'avant.

Intéressons nous maintenant à ce que contient le cône d'attention. On peut imaginer qu'il est découpé par un plan Π, la trace étant ce que l'on appelle la scène sonore (14, 19, 20), très étroite en monophonie, beaucoup plus ample en stéréophonie. Lorsqu'elle est très large (cas de l'écoute réelle), le cône d'attention découpe dans l'espace global une scène sonore variable, la durée de cet échantillonnage étant l'"épaisseur du présent" (18 b). Lorsque cette scène sonore présente une certaine profondeur on obtient le son en relief (14). Le relief est donc la propriété qu'ont les perceptions sonores d'occuper un certain volume dans l'espace subjectif; ledit volume est d'ailleurs le "volume sonore" au sens strict (21, 17, 11 a).

L'analyse et la discussion des perceptions sonores seront faites en se référant souvent au modèle précédent, particulièrement adapté à la description du relief sonore, attribut particulier qui s'ajoute aux caractéristiques connues sous le nom de "qualités des sons" que nous allons résumer maintenant.

Les qualités des sons:

Elles ont été inventoriées depuis fort longtemps et la distinction entre hauteur, intensité et timbre est classique (22a, 7) Les définitions de ces trois paramètres peuvent être données à partir de la physique : ce sont les caractéristiques subjectives qui sont essentiellement déterminées par la fréquence, la pression et le spectre (18a) . Il paraît plus adéquat de se reporter d'emblée au monde des perceptions la hauteur et l'intensité étant définis par analogie avec les grandeurs subjectives correspondantes d'un son pur, le timbre groupant l'ensemble des attributs permettant la reconnaissance des sons, qui n'entrent pas dans ces catégories (24,25). On peut aussi, et c'est ce que nous ferons, isoler la notion de relief qui représente en somme le degré de spatialisation de l'architecture de la scène sonore ainsi que celle de volume (11, 21) qui se rapporte à l'encombrement global de l'espace subjectif. D'où cinq "qualités" des sons : la hauteur, l'intensité, le volume, le relief et le timbre.

On peut faire à ce sujet plusieurs remarques : les influences réciproques multiples entre ces facteurs (22) rendent, dès que l'on s'écarte des sons périodiques, leur identification tributaire d'une spécification précise des conditions d'observation (10,11) . C'est ainsi que la hauteur et le volume dépendent de l'intensité et du timbre, que le relief dépend du timbre et de l'intensité, le timbre de l'intensité (26,27) relations qui ne sont nullement limitatives; on peut dire que chaque facteur dépend en principe de tous les autres (19) et en pratique plus ou moins suivant le "caractère" des sons.

Le facteur temporel est intégré dans les précédents, les interactions en étant d'autant plus complexes.

Enfin ces cinq attributs sont bien loin d'épuiser la structure des perceptions sonores. De nombreux auteurs se sont attachés à disséquer celle-ci (23,29, 30,31) et l'on a réalisé une véritable pulvérisation de la notion de timbre, telle qu'un regroupement en différents sous-ensembles puisse rendre possible l'introduction de concepts nouveaux (5, 10). La notion de hauteur est également apparue très compliquée et souvent ambiguë (6a) , surtout pour les transitoires. La sensation d'intensité a suscité moins d'intérêt, ceci étant probablement dû aux profondes racines musicales de l'acoustique classique plongeant dans le domaine des gammes et des timbres, la modulation de force sonore étant simplement un moyen d'expression supplémentaire. L'un des points importants de l'étude présente sera de mettre en évidence les facteurs influant sur l'intensité, dans le cadre du problème crucial de la prise de son, la régulation d'ensemble du niveau.

Le niveau sonore

Nous prendrons comme références la normalisation existante concernant d'une part le niveau physique de pression acoustique $L = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0}$ ($p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa), d'autre part le niveau d'isosonie et la sonie (32,33, 11b, 34a) . Le niveau d'isosonie s'exprime en phones, c'est un niveau physiologique; la sonie, dont l'échelle

est établie à partir de considérations psychologiques, s'exprime en sones . Cette échelle est définie pour des sons purs; la sonie de sons complexes peut se calculer dans un certain nombre de cas (33, 35) , qui recouvrent plus particulièrement le domaine des bruits. Cependant pour des sons quelconques, la notion de sonie représente le mieux ce que l'on appelle couramment force sonore, ou intensité subjective, malgré les critiques dont elle a pu être l'objet. Nous utiliserons indifféremment ces trois termes en leur préférant celui de force sonore, qui se raccorde mieux à la termi-nologie des musiciens et des psychophysiologistes.

*(36)

L'expression "niveau sonore" est en soi incorrecte; il s'agit en réalité du niveau d'intensité sonore subjective ou mieux de l'aspect subjectif du niveau d'intensité sonore, ou encore d'un "niveau de sonie". Il se trouve que, dans le domaine de cette étude, les variations de niveau électrique imposées par le potentiomètre final (figure I) correspondent assez exactement aux variations du niveau moyen de force sonore mesuré au sonomètre de précision, avec la courbe de pondération A (37). Il s'agit d'une relation grossière, ne tenant pas compte des problèmes fins posés par la régulation, mais elle explique la pratique courante en prise de son qui consiste à caractériser la sonie par son "niveau sonore", ou "niveau".Ce terme implique d'ailleurs une référence à une va-riation logarithmique, donc à la loi de Weber-Fechner (38, 39 a) qui bien qu'inexacte en toute rigueur est valable dans son ensemble; il sous-entend d'autre part une certaine "situation", le niveau est l'état de plus ou moins grande saturation des perceptions sonores (dont il est normal de dire qu'il atteint un niveau plus ou moins grand). Mais surtout, l'observation détaillée de l'aspect subjectif dudit niveau sonore montrera que, s'il appartient à la même catégorie psychologique que la sonie, le fait qu'il s'agisse de modulations jugées en fonction de critères d'écoute en partie esthétiques constitue une différence importante; la sonie se réfère en effet à la force sonore à l'état "pur" si l'on peut dire.

Tout ceci explique pourquoi l'expression "niveau sonore", traditionnelle en prise de son, sera conservée et utilisée de manière courante.

Problèmes liés au niveau sonore.

L'analyse du phénomène de l'écoute fait intervenir le niveau sonore, un peu dans les conditions qui ont été exposées en décri-vant le schéma général de la prise de son. Les installations, le local, l'auditeur lui-même et les caractéristiques psychophysiques de son oreille étant donnés, il se pose, tous réglages préliminai-res effectués, le problème d'une adaptation finale de la force so-nore. La prise de son ne peut en effet, tenir compte que d'un complexe d'écoute de référence; pour que l'information esthétique ou sémantique (8 a) reçue par l'auditeur soit perçue le plus efficacement possible, il est nécessaire de régler le niveau d'en-semble de l'ambiance sonore. L'expérience montre, en effet (40, 41) que l'on est plus ou moins satisfait selon que l'on écoute à un niveau plus ou moins élevé, la valeur optimale dépendant du carac-tère de l'oeuvre. Si le son est accompagné d'image, le niveau préférentiel est différent, un peu plus faible (42) , comme si la faculté d'attention de l'auditeur assurait une pondération entre les espaces subjectifs visuels et sonores.

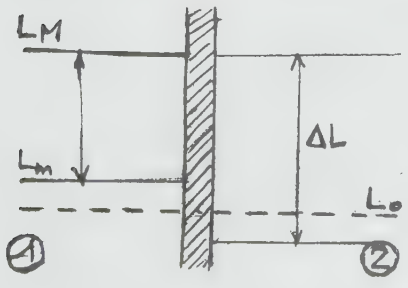
On distingue très souvent la musique et la parole (43, 44), ce qui d'un strict point de vue énergétique est apparu peu opportun (45) ; quoi qu'il en soit un certain nombre d'essais ont été réalisés, portant sur un nombre plus ou moins grand de sujets, dans lesquels on demandait aux auditeurs à quel niveau ils écoutaient de préférence la musique ou la parole. (46). Les valeurs indiquées dépendent du fait que l'écoute est ou non attentive, de l'âge de l'observateur et décroissent régulièrement de 15 à 65 ans. En décibels, le niveau moyen varie pour la parole de 65 à 73 dB, et pour la musique de 71 à 80 dB, données qui correspondent à une audition en petit local et sont bien inférieurs aux niveaux atteints dans les grandes salles (186), qu'il s'agisse d'orchestres symphoniques ou de parole et chant amplifiés et transmis par sonorisation.

La première question est donc celle d'une transposition du niveau sonore d'écoute, indépendamment de toute contrainte supplé-mentaire dûe par exemple à l'isolation entre logements ou au bruit de fond admissible. (47, 48)

La seconde est celle de la transposition de l'évolution du niveau sonore en fonction du temps; le niveau instantané se déplaçant, selon le local d'écoute, entre des limites d'amplitude différente, subit une anamorphose dont il n'est pas évident qu'elle soit linéaire, ne serait-ce qu'en se référant aux propriétés de l'oreille concernant la sensibilité selon les fréquences. (49, 186) Une troisième concerne enfin l'écart entre les niveaux maximal et minimal atteints lors de l'écoute, c'est-à-dire ce que *(50) l'on appelle couramment la "dynamique sonore" *concept dont nous nous proposons d'analyser la signification psychophysique.

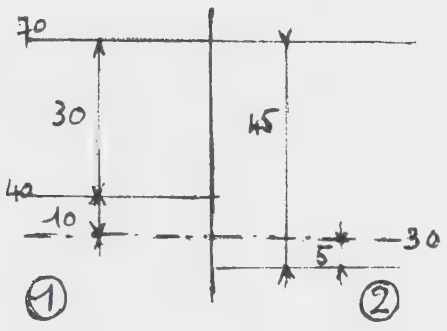
Ces problèmes existent indépendamment de toute technique de reproduction électroacoustique, se sont posés et ont été résolus de tout temps dans la pratique de l'art vocal, théâtral ou ora-toire. Il n'en reste pas moins que le développement moderne de l'écoute artificielle, en multipliant à l'infini les conditions de jugement auditif leur a donné une importance énorme. Celle-ci se résume le plus souvent, d'une manière globale, en une sensation d'agrément, d'équilibre, ou de gêne et les observations sont condensées, de manière succincte, sur trois points précis : les conditions d'écoute en appartement, la compression de la dynamique, et la réalisation des enchaînements.

- Conditions d'écoute : une "normalisation", ou du moins une référence indicative pour les projets a été établie dans le cas des locaux d'habitation (51) le bruit ambiant maximal du fait des occupants est de 80 dB, l'isolation requise entre pièces principales et parties communes des immeubles collectifs est environ de 35 dB et de 45 dB entre logements (52), le bruit ambiant maximal dans un local dû au voisinage (bruits aériens, vibrations) à 35 dB (53, 54, 55) Quelques objections que l'on puisse faire à ces chiffres, ils situent le problème, que l'on peut résumer ainsi: (56)



Soient deux locaux contigus ① et ② et le niveau de bruit ambiant. Des sons émis dans le local ① avec une dynamique $L_M - L_m$ seront appréciés sans gêne si le niveau minimal atteint L_m dépasse L_0 de 5 à 10 dB. ① ne gênera pas ② si le son transmis est masqué par L_0, c'est-à-dire parvient en ② avec un niveau inférieur de 3 à 5 dB.

Il en résulte notamment, si l'on admet les valeurs numériques précédentes, que l'on peut tolérer au plus un niveau instantané de 70 dB (A) et une "dynamique" de 30 dB. Ce raisonnement est fort critiquable, comme nous le verrons au cours de cette étude, car la perception des valeurs instantanées du niveau s'appuie sur tout un cortège de paramètres d'ambiance spatio-temporelle, et la notion de gêne fait intervenir des questions d'émergence d'une forme sur un fond qui ne se résument pas en une différence de niveau. La faiblesse du nombre obtenu ainsi pour la dynamique réalisable est telle cependant qu'elle rend compte du fait que la compression est inévitable.



- Compression de dynamique : elle consiste à réduire l'intervalle de variation du niveau en fonction du temps de manière à répondre comme on l'a vu aux impératifs de transposition, de voisinage, mais aussi de transmission sur les circuits; (57); à cet égard la compression - extension, (58, 59), qui consiste à comprimer la dynamique avant qu'intervienne une source inévitable de bruit, puis à dilater ultérieurement, se répand de plus en plus. Toutefois ce dernier cas n'implique pas de problèmes psychophysiques, il s'agit de compensation entre certaines caractéristiques de quadripôles électriques. La question de principe est un problème d'écoute et d'appréciation subjective, elle pose de nombreux problèmes esthétiques dont la technique du preneur de son peut se rendre maître tant bien que mal (2a, 1c). La compression de dynamique a fait l'objet d'essais statistiques auprès des auditeurs (56, 60) ; ils ont montré la tendance à se contenter d'une dynamique plus faible que celle de programmes dits de "haute fidélité" ainsi que la préférence accordée à la compression effectuée par le metteur en ondes plutôt que par l'artiste lui-même.

Le problème de la dynamique est lié à celui de la signification psychophysique du niveau sonore pour des sons complexes transportant à la fois information esthétique et sémantique, ce qui permet de ne pas trop s'étonner de ces résultats d'enquête.

- Les enchainements : lorsque l'on présente à des sujets, l'un après l'autre, deux ensembles sonores ayant des caractères esthétiques différents (par exemple de la musique et de la parole), les réactions subjectives se répartissent sur une échelle de valeurs selon l'écart plus ou moins grand ressenti par rapport à un certain équilibre esthétique (61), lequel dépend bien entendu de la force sonore. C'est le problème des enchaînements.

La transition acoustique obtenue s'applique différemment sur la subjectivité selon le complexe d'écoute; il en résulte qu'un réglage convenable ayant été fait dans certaines conditions sera jugé défectueux dans un autre cas, par exemple si le niveau diffère (62). L'observation d'une telle circonstance est, à partir des critères d'appréciation de l'écoute courante, beaucoup plus facile que celle d'une erreur apparente de dynamique. Elle motive souvent des plaintes d'auditeurs, lesquelles ont été à l'origine d'un certain nombre de travaux (63, 46, 62, 64, 65, 66), qui ont pris en compte surtout l'influence pratique de la sonie.

Les problèmes que nous venons de résumer sont en réalité des aspects particuliers de la régulation du niveau sonore, conçue selon le schéma fonctionnel de la figure I (principe de la prise de son).

Etude de la régulation du niveau sonore

Dans l'étude entreprise ici, il sera fait référence cons--tante à ce schéma global et l'un des points importants sera de le préciser suffisamment pour en tirer le maximum d'enseignements sur le comportement du preneur de son.

On décrira les caractéristiques des complexes de prise de son, d'observation et d'écoute. A partir de ces données, on réa--lisera un échantillonnage des conditions réelles en choisissant, selon des plans d'expérience précis, le matériau sonore intégrant les facteurs liés à la prise de son, le réglage final du niveau prenant différentes formes, et les différents complexes d'écoute. On s'efforcera pour ces derniers de simuler la situation du pre--neur de son ou de l'auditeur.

Après des expériences préliminaires destinées à poser le problème et à justifier la complexité de certains essais, on re--cherchera s'il est possible de relier les lois valables pour des sons quelconques à des lois plus simples s'appliquant à des bruits reproductibles, tels que le bruit blanc ou le bruit rose couram--ment utilisés pour les mesures électroacoustiques. La théorie de la forme ("Gestalt théorie") (67) permet en effet de supposer, puisque nous percevons un ensemble de sons comme un tout,qu'il doit jusqu'à un certain point être possible de relier cette percep--tion à celle, facilement caractérisée par un nombre, de tels bruits stationnaires.

On introduira ensuite la notion de distance entre deux en--sembles de perceptions sonores, utile pour les enchaînements et la comparaison de plusieurs réglages de dynamique effectués à partir d'un même ensemble sonore, ou comme l'on dit, par extension du sens d'une expression définie en théorie du signal (68a), d'une même "modulation".

Tous les essais précédents sont de réalisation délicate et font intervenir des notions de base concernant les jugements psy--chophysiques (69). C'est pourquoi il sera nécessaire de procéder à une sélection des sujets, qui pour l'expérimentateur, seront de véritables collaborateurs. L'interprétation des résultats ne fera donc, dans ces essais "individuels", que peu ou pas appel aux méthodes statistiques.

Par contre, il est apparu nécessaire, vu la multiplicité des paramètres mis en jeu, de concevoir des essais portant sur des grou--pes d'observateurs, ce qui pose d'ailleurs, à cause du caractère séquentiel dans le temps des perceptions sonores, des problèmes dont il sera discuté. Ces expériences, dites "statistiques", concer--neront les enchainements et l'appréciation des différents styles de réglage de la dynamique.

Ce dernier concept fera l'objet d'une étude particulière, l'acception courante ne rendant pas compte de nombreux phénomènes remarqués lors d'écoutes critiques et d'enregistrements de pression

sonore. On montrera que la dynamique subjective peut être en contradiction, dans certains cas, avec la dynamique objective, ce qui complique encore les problèmes de transposition.

Cet ensemble d'expériences montrera la nécessité d'une coordination raisonnée entre les complexes d'observation et d'écoute.

I - MOYENS ET METHODES

L'expérimentateur, confronté aux problèmes de prise de son et d'écoute, se trouve immergé dans un monde réalisant la synthèse de la technique et de l'esthétique (70), mais sur lequel l'investigation scientifique a peu de prise. Il n'est pas possible, de ce dernier point de vue que nous ferons nôtre, de se contenter de solutions et d'explications globales, inspirées par la pratique, ayant certes une valeur dans ce contexte, mais inadaptées à une intégration dans le cadre des concepts psychophysiques. La progression de l'étude comporte donc une discussion des conditions de validité de notions courantes, sur une base aussi objective que possible, d'où l'importance d'une description assez détaillée du matériel, des installations, du choix des observateurs et des modalités opérationnelles.

II - GENERALITES

Nous reprendrons dans ce paragraphe les ensembles de la figure I en précisant leurs caractéristiques.

III - Le complexe de prise de son

Il comprend essentiellement les sources sonores et les locaux.

Les premières peuvent être réelles (artistes du chant ou de la parole, instrumentistes) ou fictives ("objets sonores"(5a) ne prenant un sens subjectif qu'après passage par le complexe d'écoute). L'intérêt de cette distinction est de rendre compte du caractère plus ou moins inhabituel des sons obtenus; de plus les sources fictives laissent plus de possibilités au metteur en ondes. Les sources réelles sont sous la dépendance directe d'exécutants qui connaissent le problème général de la prise de son et s'y adaptent souvent. Il subsiste cependant un degré de liberté nécessaire et suffisant (60) pour que l'artiste puisse s'exprimer, ce qui réserve au preneur de son un champ d'action notable.

La dynamique des sources sonores réelles est extrêmement variable, allant de 20 dB pour la voix chuchotée à 80 dB pour le grand orchestre (26) les intensités acoustiques variant de I à 500 μW pour la parole et de 100 à 5000 μW et plus pour la musique (22 b, 22 a) Quant aux niveaux absolus, ils vont de 40 à 110 dB, limites dues au bruit ambiant inévitable et au seuil de douleur de l'oreille.

Pratiquement, dans les studios de radiodiffusion, on rencontre rarement les valeurs extrêmes. Des mesures faites sur un échantillonnage d'oeuvres diverses ont donné des résultats variant entre 66 et 80 dB (A) (tableau 1,)). Cette relative modération provient naturellement d'une adaptation aux conditions de travail; elle influe sur l'interprétation des oeuvres et l'on doit en tenir compte lors de la discussion des jugements d'écoute.

Les "locaux" peuvent être des studios ou des extérieurs; la plus grande partie des productions sonores sont réalisées en studios, enceintes closes, exemptes d'échos gênants (71) dont on peut régler en certains points les caractéristiques acoustiques pour que la prise de son soit satisfaisante. Cela revient dans le

champ acoustique global répondant à peu près aux lois de Sabine (22d) , à créer un champ local, aux caractéristiques spécifi--ques dont la mise au point est affaire d'empirisme et dont le caractère critique se retrouve dans la structure du complexe d'é--coute, comme cela sera mis en évidence dans la suite de l'étude. Les propriétés acoustiques des studios où ont été faites les prises de son utilisées correspondent aux normes pratiques concernant la valeur du temps de réverbération (18c) et sa variation en fonc--tion de la fréquence (12, 18d).

Le niveau du bruit de fond inévitable dû à la ventilation varie entre 30 et 35 dB (A); il n'est pas tellement inférieur aux 40 dB théoriques d'un appartement tranquille. Ce sont le niveau maximum possible, le bruit des chaînes de transmission, l'isolement et surtout la différence des conditions d'appréciation qui imposent la transposition de dynamique.

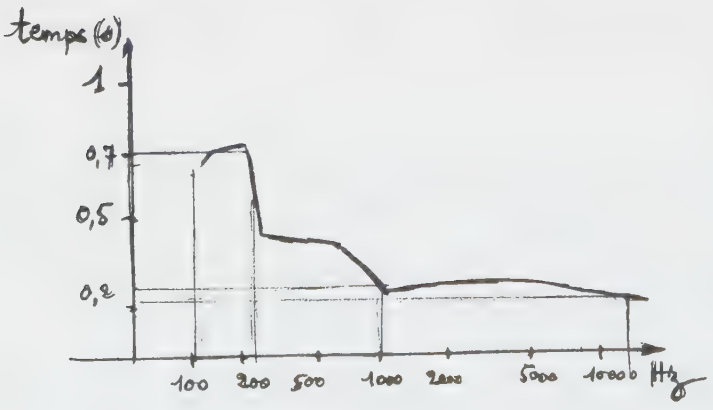
II2 - Le complexe d'observation

Il est très important puisque l'un des facteurs essentiels préludant à la régulation finale. Le preneur de son, la cabine et ses installations techniques le composent.

Du preneur de son, nous dirons peu de chose, sinon que le perpétuel renouvellement de sa conception de l'esthétique sonore doit être mis au service du message émanant, bien entendu, de l'auteur ou du compositeur, mais encore de tout individu ou com--munauté placé, nouvel aspect des conditions sociales de communi--cation, dans la nécessité de faire appel aux techniques audio-visuelles.

Les installations techniques répondent à des "normes pro--fessionnelles" correspondant à la perfection pratique, sauf en ce qui concerne le bruit de fond et la distorsion de phase affec--tant l'audition des transitoires; leurs caractéristiques sont identiques à celles du matériel utilisé pour la réalisation des essais.

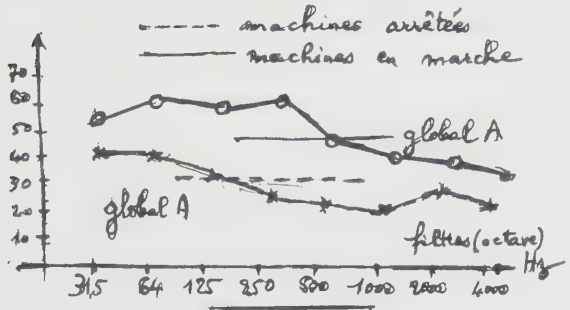
La régie, ou cabine de prise de son est un local dont le volume, de l'ordre de IOO m^3, permet une écoute confortable à fort niveau, ce qui est souvent nécessaire pour accentuer l'effet de loupe (1d) permettant de déceler le maximum de défauts.



Le temps de réverbération d'une cabine-type a été mesuré et montre un déséquilibre très important en faveur des graves; il est certain que cette sécheresse dans les aigus est un facteur de pré--cision pour la mise en page sonore, mais confrontée aux résultats de notre étude, elle implique une écoute de contrô--le dans des conditions spec--trales plus homogènes.

La forme de la cabine revêt une importance, elle impose la disposition relative des haut-parleurs et de l'opérateur. On a discuté pour savoir si elle devait être plutôt longue que large (73) celles qui ont été utilisées ici sont à peu près carrées (5x5m), le preneur de son est très rapproché des haut-parleurs (1m,50) placés devant lui. Là encore, ces conditions très particulières devraient être assouplies pour des écoutes de contrôle.

Les données sur le bruit de fond réel en cabine ont été vérifiées sur place, pour la cabine du studio expérimental "A" et une cabine courante (studio II4).



Studio "A"

	lin	A	octave "1 kHz"
machines arrêtées + ventilation	68	33	24
1 magnéto + ventilation	69	35	26
fonctionnement normal	69	41	29

Studio "114"

Pour l'aspect subjectif du bruit seule la valeur en pondération "A" doit etre considérée.

On a mesuré les niveaux d'écoute réels en cabine, si possible au même instant que l'on mesurait les niveaux d'exécution en studio (figure 3B). On relève en cabine de prise de son un niveau de 75 à 85 dB (A) et en "cabine de programme" (où sont réalisés les enchaînements) un niveau de 60 à 70 dB. Une telle disparité est source de nombreuses difficultés.

Il ressort de ce qui précède que l'isolation studio-cabine doit être au moins de :

80 - 35 = 45 dB, ce qui est en effet la norme admise.

II3 - Le complexe d'écoute

Les modulations peuvent être écoutées dans des conditions extrêmement variées appartements ou salles de concerts, appareillages de types divers allant de la chaine "Haute-Fidélité" au "transistor de cuisine", auditeurs dont la culture présente des traits tout à fait différents.

La synthèse de ce que l'on peut observer concernant les applications pratiques de l'électroacoustique peut se résumer en ceci: les réalisations s'étagent d'une qualité pratiquement nulle, en raison de l'extrême négligence des utilisateurs, à une qualité proche de la perfection, y compris pour le haut-parleur et son enceinte. Les réserves que l'on doit faire sur ce point portent sur le principe de mise en vibration du milieu par des sources qui sont encore quasi-ponctuelles.

L'écoute en appartement implique le plus souvent une transposition, souvent inadaptée, puisque standardisée par la force des choses. Cependant de bonnes conditions peuvent être réalisées pour la musique de chambre, le théâtre, et satisfaire alors des auditeurs exigeants (74) . Les inconvénients, auxquels on doit se résigner sont :

- le bruit ambiant, surtout au voisinage des zônes industrielles où la recommandation limitant la bruyance à 40 dB (A) (75) a peu de chances d'être appliquée; ce bruit, conçu comme une perturbation du message désiré peut être d'ailleurs constitué par toute modulation jugée utile dans l'appartement voisin.- la musique est particulièrement pernicieuse de ce point de vue, surtout si l'ambiance est calme.

- le volume des pièces d'habitation relativement faible, de 20 à 50 m^3 (76) .

- le traitement acoustique souvent défectueux.

Les salles de concerts, théâtres, auditoriums où se pratique l'écoute collective sont, pour les auditeurs dans leur ensemble, bien mieux adaptés que les pièces d'appartement dans le cas de la plupart des productions sonores. Indépendamment des ins--tallations électroacoustiques, la qualité sonore des salles est importante en elle-même (77) et leur mise au point est faite avec le plus grand soin qui n'est limité que par le savoir-faire de l'acousticien. Celui-ci est d'ailleurs aidé par deux puissants facteurs : le rôle de la vue qui, captant partiellement l'intérêt des assistants, rend plus tolérants à certains défauts et le ca--ractère collectif de l'écoute, lequel met l'accent sur la finalité du rassemblement d'auditeurs, qui s'insère dans un contexte socio-culturel et l'on s'explique la parfaite adaptation à leur objet de salles ne respectant pas les règles de l'acoustique classique. (78, 79) . On a même pu dire (80) que l'habitude rendrait les spectateurs presque indifférents à des défauts incontestables. Un fait marquant laisse d'ailleurs planer quelque scepticisme sur les critères de qualité d'une salle : les auditoriums construits après I945 ont en moyenne un temps de réverbération deux fois moins élevé que les plus anciens (8I) .

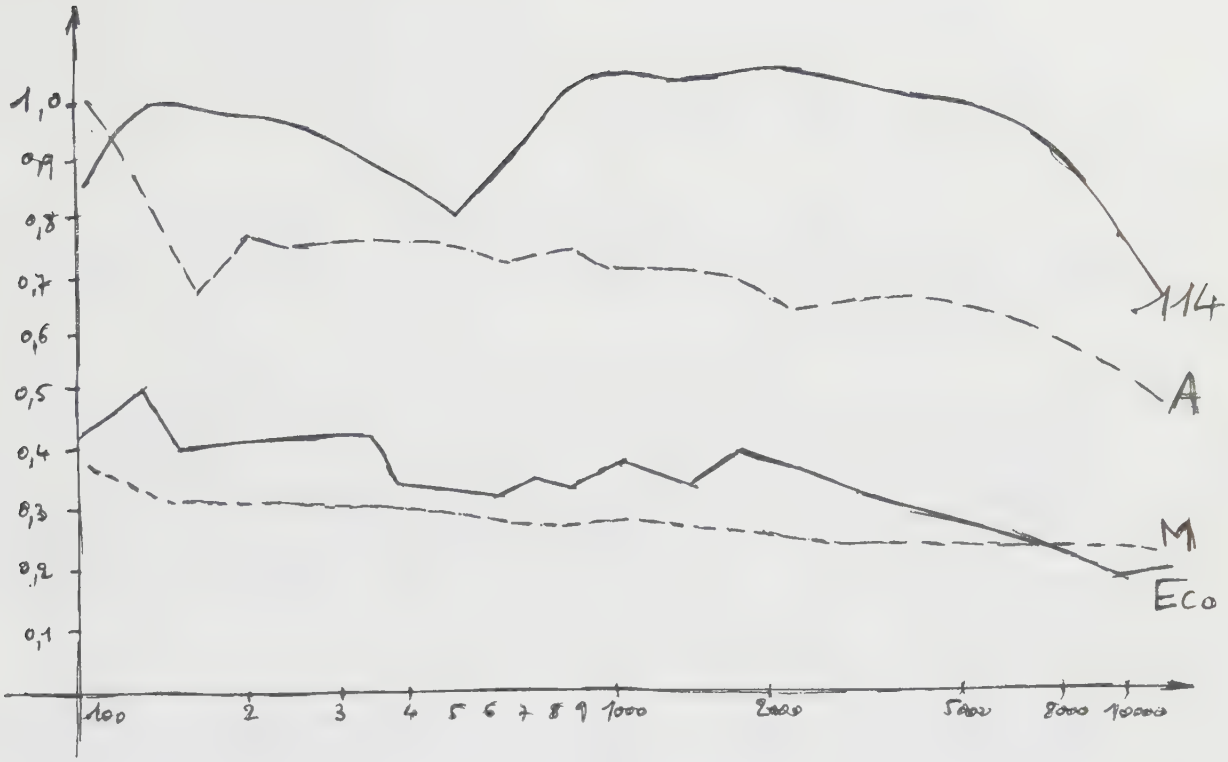
Ceci nous conduit à une appréciation plus sereine concernant le comportement des auditeurs, facteur humain d'une complexité hors de proportion avec celle des facteurs physiques que nous ve--nons de résumer, et dont la mouvante variété est une source per--pétuelle d'incertitudes sur les "critères subjectifs d'apprécia--tion".

I2 - LES INSTALLATIONS

I2I - Locaux =

Pour la réalisation des écoutes dans diverses conditions d'am--biance, quatre salles principales furent utilisées, présentant des caractéristiques aussi différentes que possible. On a remarqué en effet, indépendamment des considérations précédentes, une sen--sibilité différente de l'oreille à la distorsion de phase et à la distorsion non linéaire selon les ambiances (82) , preuve de l'importance des réflexions successives de l'onde sonore.Celles-ci interviennent dans le caractère global de la perception cohérente des sons (83) , la salle colore toutes les sources sonores et en particulier leur imprime ses défauts, tels qu'une confusion si la réverbération est trop importante.(84)

Les graphes représentant la variation du temps de réverbé--ration en fonction de la fréquence décroissent vers les aigus; contrairement à ce qu'une analyse rapide de la qualité de réponse d'une chaîne pourrait laisser croire (85) , il est contre-indiqué surtout dans les grandes salles (et d'ailleurs impossible dans ce cas) d'obtenir une courbe horizontale; l'absorption dans la nature étant toujours plus forte aux fréquences aigües, le jeu de l'acteur et du musicien aussi bien que l'écoute des sujets serait affectée par une gêne certaine.



Dans les trois plus petites salles, l'absorption est ce--pendant trop grande aux aigus et ce de manière plus ou moins accusée (en particulier la salle "Eco" devait simuler une grande pièce d'appartement a été assourdie). Ce fait a été voulu pour étager la diversité des ambiances.

La forme générale des salles est rectangulaire, n'apportant pas une isotropie excessive (86) ,en évitant toutes symétries réduisant le nombre des fréquences propres (87a, 88) mais suffisan--te cependant; un **disque test** (89) a permis de montrer l'absence de résonances gênantes entre 80 et I20 Hz.

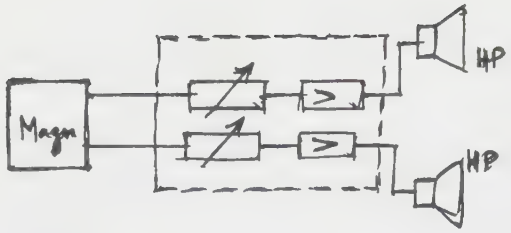
Les 4 salles utilisées sont :

- un studio de théâtre, de I200 m^3, dénommé "II4"
- un studio d'essais, de II0 m^3, appelé Studio "A"
- un local d'écoute, de 80 m^3, assourdi, "**Eco**"
- un petit studio parole, de 20 m^3, studio "M", pour lequel on a pris soin d'éviter le son de tonneau, écueil classique des locaux de format réduit (90) . Fut évité également l'emploi de laine de verre, dont l'absorption massive aux médiums et aux aigus (91) aurait produit une sensation pernicieuse d'étouffement pénible pour les observateurs séjournant dans ce lobal.

I22 - Appareillage audiofréquence

I22I - Les Chaînes B F

Deux types d'installations furent utilisés. Dans les salles II4, A, Eco, une simple chaine de reproduction mono ou stéréo-



-phonique comprenant un magnéto_ -phone de lecture, une console de mélange dont la partie utile se résume en amplifications et deux potentiomètres de voie, et deux haut-parleurs avec leurs enceintes acoustiques.

Dans le studio M, voué à des expériences portant sur des observateurs collaborant étroitement avec l'opérateur, et au cours desquelles de nombreuses commutations et comparaisons systématiques instantanées devaient être faites, il a été conçu une installation plus complète, dont le schéma est donné dans la figure 3.

Trois magnétophones stéréophoniques portatifs de type professionnel étaient en service. Une baie de commentation C permettait de choisir l'un d'entre eux et deux atténuateurs couplés permettaient par une variation adéquate de niveau lors de la commu--tation, d'éviter tout bruit parasite. La modulation choisie atta--quait une console de mélange, utilisée dans la fonction préampli--fication P.A. , et ensuite les amplificateurs de puissance (IO W effectifs) A. P. Un pupitre de réglage comprenant 3 potentiomètres couplés était placé dans le studio d'écoute "M", et pouvait être manoeuvré par le sujet d'expériences.

Deux enceintes acoustiques de bonne qualité moyenne étaient placées dans ce local et répétées en parallèle par deux enceintes de contrôle situées dans la cabine technique, ainsi que l'ensemble de l'appareillage. Celui-ci comprenait en outre une "baie de mesures" Bruel et Kjaer, composée d'un oscillateur à batte--ments IO22 (G) fournissant des fréquences pures, d'un spectromètre audiofréquence 2II2 (A) composé d'un amplificateur à hautes perfor--mances et d'un I/3 d'octave (les bandes successives étant centrées sur les fréquences normalisées (92)) et d'un enregistreur de niveau rapide 2305 (E). appelé encore "bathygraphe".

G engendrait un son pur de IOOO Hz qui, après amplifica--tion et réglage par R reproduisait après enregistrement par E les variations de niveau imposées par le manoeuvre de R. D'où une simulation des réactions du sujet. Naturellement cette baie de mesures servait à la maintenance générale de l'installation. On pouvait aussi enregistrer la dynamique des modulations utilisées soit avant, soit après réglage par le sujet (au moyen de R) ou par l'expérimentateur (au moyen de C). Il suffisait pour cela de modi--fier les connexions, chose facile, l'installation ayant réservé de nombreux tableaux de brassage où les voies passaient en coupure.

Les caractéristiques d'ensemble des chaînes utilisées étaient du niveau professionnel (96) ; elles sont résumées par les mesures qui ont été faites au studio M sur l'appareillage le plus complexe mis en oeuvre; en utilisant des bandes étalons lues par les magnétophones et l'enregistrement Bruel et Kjaer du signal pré--levé juste à l'entrée des haut-parleurs.

Courbe de réponse linéaire de 40 à I5 000 Hz

Magn. I	± I dB à gauche ± 2 dB à droite		Magn.3	± I dB à gauche ± 2 dB à droite	
Magn. 2	± 2 dB à gauche ± I dB à droite				

L'ensemble de ces mesures effectuées aux fréquences

40, 60, I25, 250, 500, I000, 2000, 4000, 6000, 8000, I0 000, I2 000, I5 000 Hz.

En mettant ou non hors-circuit la console on obtenait des résultats équivalents ce qui montre que l'appareillage d'amplifi--cation est de qualité telle qu'il n'apporte aucune modification.

Pleurage = $< 3\ ‰$

Bruit de fond = dans les conditions de réglage nominales, rapport signal / bruit égal à 50 dB (linéaire) ou 55 dB (pondérés)

Distorsion harmonique $< 2\ \%$

Pour la stéréophonie, les chaînes couplées satisfaisaient aux recommandations (93) permettant une transmission correcte du relief sonore.

Ces caractéristiques objectives sont garantes d'une haute qualité. Pourtant la chaîne globale comprend réellement le com--plexe d'écoute et la véritable méthode synthétique consisterait en l'appréciation subjective de logatomes musicaux par exemple. Mais nous verrons à quel point, déjà, la discussion sur des com--paraisons de niveau sonore peut être ambiguë, et encore bien plus la comparaison de données esthétiques. L'un des aspects de cette étude sera de poser quelques bases préludant à l'application d'une telle méthode, qui revient à transposer pour les modulations à caractère artistique celles de l'acoustique téléphonique (94) où le complexe d'écoute est incomparablement plus simple.

I222 - Les magnétophones utilisés dans les salles A, Eco, II4 étaient de type fixe répondant à la spécification normalisée correspon--dante (95) , que nous résumons :

Vitesse	38,I cm/s	$\pm$ 0,3 %
Pleurage	$<$ 0,3 ‰	
Bruit de fond	rapport S/B égal à	- 58 dB (linéaire) et - 62 dB (pondéré)
Courbe de réponse =	(+ I / - I) dB	de 40 à I2 000 Hz
	(+ I / - 4) dB	de 40 à I5 000 Hz
Constante de temps	(96a)	50 microsecondes

Une grande homogénéité du matériel audiofréquence a donc été obtenue pour les expériences réalisées dans ces trois salles.

Les bandes magnétiques étaient d'un type sélectionné pour sa bonne tenue dans le temps avec conservation des qualités de la modulation, un minimum d'écho (96b) , de bruit granulaire et de bruit de modulation (96a)

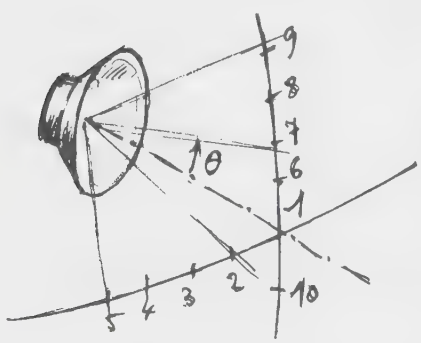
I223 - Les enceintes acoustiques méritent une description particulière, car elles jouent un très grand rôle dans cette étude. C'est en effet par l'utilisation de modèles variés que l'on a modifié, de la manière la plus simple possible, la qualité de la reproduction sonore sans agir (sauf dans le cas de la bande passante) sur la partie électrique des chaînes.

Pour l'ensemble des essais, il a été mis en oeuvre des enceintes de classe "Qualité" et de classe "Ordinaire". La directivité (97a) des premières est particulièrement uniforme dans une large bande de fréquences et cette propriété a permis de tester certains facteurs de l'écoute.

Nous emploierons indifféremment les termes, également im--propres, d'"enceinte" ou de "haut-parleur" pour désigner l'en--semble système rayonnant + charge acoustique, et souvent par habitude, lorsque la confusion ne sera pas possible, celui de haut-parleur.

Enceintes de "Qualité" ("Qu")

I°) Il s'agit dans le studio II4 et le studio A de dispositifs à trois canaux (98) , comprenant 3 haut-parleurs alimentés par des circuits à bandes passantes étagées de 40 à I200 Hz, de I200 à 5000 Hz et de 5000 à 20000 Hz. Les courbes de réponse des haut-parleurs composants et la courbe globale sont représentées dans la figure 4 . Les essais effectués en régime impul--sionnel ont mis en évidence la faiblesse du trainage, gage d'une très bonne reproduction des transitoires.



La courbe de réponse a été établie, non seulement dans l'axe, mais pour les points suivants :

Angles θ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0°	10°	20°	30°	45°	10°	20°	30°	45°	60°
Plan horizontal					Plan vertical				

Dans le plan horizontal et pour une ouverture totale de 90°, la réponse est identique en tous azimuts jusqu'à I0 000 Hz et baisse de 6 à I0 dB seulement pour 20 000 Hz, et encore pour des écarts supérieurs à I5°. Dans le plan vertical les résultats sont du même ordre. Dans un angle de 30° au total, on peut dire que la réponse est de même valeur que dans l'axe.

2°) Dans la salle "Eco", il a été employé une enceinte différente, à haut-parleur simple de hautes performances, dont les qualités liées à l'uniformité de la courbe de réponse justifient le classe--ment en "Qualité", bien que cette courbe de réponse soit un peu moins bonne que la précédente (figure 5, A); ceci est peu impor--tant, les modulations utilisées étant très pauvres en aigu dans la zone où ces courbes divergent. Les mesures de directivité, effec--tuées comme ci-dessus ont montré des résultats du même ordre dans un angle total de 60°.

Enceintes "Ordinaires" ("Or")

Deux types d'enceintes, tout à fait similaires quant aux résultats subjectifs et objectifs (figure 5, B, C) ont été utilisées dans le studio "A" et la salle d'écoute "Eco"

Contrôle cabine studio M

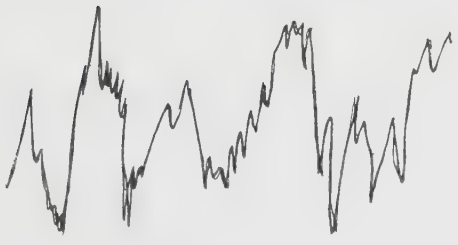
Dans la cabine technique du studio M, on écoutait, en raison du volume réduit du local, au moyen d'enceintes de petite dimension

dont la courbe de réponse est représentée par la figure 5, D. Pour les essais réalisés dans ce studio, la mise au point se faisait en collaboration avec le sujet d'expériences, par écoute directe dans le studio lui-même, au moyen d'enceintes "ordinaires" du type utilisé dans Eco, appelées encore "sphères de 40 cm".

Remarque : Les qualificatifs utilisés ne doivent pas prêter à confusion, les enceintes "Qu" sont en fait de qualité exception--nelle, les enceintes "Or" de bonne qualité professionnelle couran--te, et celles de la cabine M de bonne qualité "amateur". L'ensem--ble représente cependant un éventail très large de caractéristi--ques subjectives, mais l'on a délibérément exclu les dispositifs de reproduction de mauvaise qualité. Ceux-ci se sont révélés in--compatibles avec l'effort de collaboration demandé aux sujets pour effectuer les multiples observations qui ne pouvaient de leur point de vue être jugées utiles que dans le cadre d'un certain agrément d'écoute. L'agrément de la qualité "Ordinaire" correspond à une bonne écoute de contrôle cinématographique (99) , dont les aigus auraient été conservés.

I224 - Contrôle du niveau

Le niveau sonore, dont la variation en fonction du temps peut être représentée par le croquis ci-contre, demande à être apprécié par le preneur de son avec exactitude. En fait il s'agit d'une exactitude défi--nie sur l'ensemble correspondant aux domaines de perception et d'appréciation spécifiques de la prise de son, ce qui n'implique pas du tout un repérage exact du niveau acoustique physique.



Bien au contraire les procédés utilisés pour visualiser le niveau sonore s'écartent systématiquement de cette conception, non seulement par nécessité, puisque tout dispositif réel doit accepter la contrainte d'une constante de temps, mais de propos délibéré : on adopte des caractéristiques telles que cette constan--te de temps soit prédéterminée.(9c, 100) . Elle peut être de faible valeur (I0 à 20 ms) dans le voltmètre de crête (101,102) et le modulomètre à temps d'arrêt ou beaucoup plus important (300ms) dans le v. u. mètre (103).

Sans faire une étude détaillée des indicateurs de niveau, il est intéressant de mettre en évidence leurs propriétés, liées à différents critères d'appréciation du niveau sonore. Les indica--teurs de crête à faible temps d'intégration permettent de visuali--ser plus exactement les maximums instantanés que le V.U.mètre; ce dernier donnant (104) une indication supérieure de 3 à 6 dB aux premiers pour la musique sans bruits impulsifs et inférieure de 7 à I0 dB (104,105) pour la parole, surtout dans le cas des langues d'Europe Centrale.

L'intérêt des voltmètres de crête est de permettre une égalisation du niveau de crête entre séquences différentes. On a en effet remarqué (44) que les auditeurs préfèrent la musique et la parole réglées de cette manière. Dans ces conditions, il va de soi que le niveau moyen ("rms") s'établit à un niveau inférieur à celui que l'on obtiendrait au moyen du v.u.mètre, qui "émousse"

visuellement la sensation sonore des "pics" d'intensité.

Deux autres types d'appareils doivent être pris en consi--dération :

- l'oscilloscope cathodique dont le principal inconvénient est de donner une information visuelle surabondante, ne corres--pondant aux perceptions auditives que moyennant un entraînement préalable et, de plus, d'observation extrêmement pénible pour une durée assez longue.

- le v.u.mètre statistique (45) basé sur l'étude statistique du signal et ne faisant pas appel aux propriétés sensibles de l'ouïe, mais dont le principe est extrêmement séduisant et dont l'application, future, donnera probablement de bons résultats.

Sans oublier bien entendu le contrôle auditif, absolument primordial, c'est le v.u.mètre ordinaire qui a été utilisé au cours de cette étude pour les mixages, enchaînements, copies à niveaux repérés, équilibrages, dilatations et compressions de dynamique. Cet appareil, malgré les critiques dont il a été l'objet pour les mesures sur lignes de transmission (106) ,est, tous comptes faits, l'indicateur qui réalise le mieux une application correcte de l'ensemble des sensations sonores sur celui des sensations visuelles concernant le déplacement d'une aiguille. Nous allons donner quelques détails sur ses caractéristiques et ses conditions d'emploi.

Le v.u.mètre ou volumètre normalisé est un galvanomètre particulier; il ne mesure ni le niveau, ni le volume sonore, au sens que l'on donne maintenant à ce terme (107) , c'est-à-dire en liaison avec la théorie du relief, mais une grandeur intermé--diaire qui peut être définie en se référant aux indications fournies par l'appareil normalisé (103) . Ce "volume" s'exprime en décibels relativement à un volume de référence correspondant à la lecture "0" sur le v.u.mètre. Celui-ci est étalonné pour don--ner l'indication "0" pour "une onde sinusoïdale en régime perma--nent, de fréquence 1000Hz et dont la puissance est de 1 mW dans 600 Ω ". On voit l'arbitraire d'une telle définition qui ne peut se rapporter au véritable volume sonore que dans des cas bien particuliers de modulation et d'intensité acoustique.

Les caractéristiques dynamiques de cet appareil sont telles que le temps de montée et le temps de retour sont égaux à 0,3 s.

L'échelle de lecture est représentée par la figure 6 ; elle est également normalisée de manière à créer chez les utilisa--teurs un système de référence commun de réflexes conditionnés. La répartition des échelons, qui a d'ailleurs été critiquée à juste titre (108) , est telle que la précision de lecture soit maximale au voisinage de 0 dB, point qui en principe ne devrait pas être dépassé sous peine d'inconvénients liés à la transmission.

L'observation des déplacements de l'aiguille est fastidieuse l'opérateur procède par échantillonnage et intègre à vue le phéno--mène pendant une durée Δt variable suivant les propriétés de la modulatio Un des objets de notre étude sera de préciser ce point, par une voi ndirecte faisant intervenir les lois psychophysiques de l'écoute. Interpréter la lecture du v.u.mètre est une question d'habitude qui ne s'acquiert que lentement; il en est de même de l'application des consignes (4) données aux metteurs en ondes

pour obtenir une régulation aussi homogène que possible et dont le caractère précis ne doit pas faire illusion. Il s'agit simple--ment d'un guide, d'un repère, qui doit être tempéré à chaque instant par le métier du preneur de son.

I225 - Le potentiomètre

Donnons quelques détails sur cet organe-clé dont la manipu--lation est la source de si nombreuses discussions.

Il s'agit d'un potentiomètre "linéaire", c'est-à-dire que le déplacement du "bouton de commande" permettant sa manoeuvre s'opère selon un segment de droite et non par rotation. Ce dernier dispositif, utilisé autrefois, présente l'inconvénient d'une visua--lisation moins bonne de la position du curseur, surtout sensible lorsque l'on veut d'un coup d'oeil, surveiller l'ensemble des po--tentiomètres d'un pupitre de prise de son.

C'est un potentiomètre bobiné, donc à plots; l'échelle don--nant, en fonction de la position du curseur, l'affaiblissement relatif, représentée par la figure 8 , montre les ressauts successifs. Les discontinuités sont d'environ 0,5 dB dans la zone la plus sensible (0 à+I2), de I à I,5 dB dans la zone moyenne (0 à - I0 dB) et atteignent 2 à 3 dB en bas d'échelle. Pour les équilibrages de niveau, qui ont dû être réalisés à $\pm$ 0,25 dB près, on a fait en sorte, par amplification ou affaiblissement préalables, de "travailler" dans la zone la plus sensible.

Notons que le réglage du niveau peut être encore plus précis, car en raison des conditions de passage d'un plot à l'autre, la transition ne se fait pas de manière abrupte (figure 8 A) et la pré--cision n'est limitée que par la finesse du doigté. C'est ce que l'on observe d'ailleurs.

La résistance mécanique rencontrée pour le manoeuvre du curseur est relativement faible. Dans l'installation du studio M, on a solidarisé 3 potentiomètres individuels afin que leurs dépla--cements soient rigoureusement identiques; le frottement s'est ré--vélé assez faible pour que les réactions de l'opérateur n'en soient pas perturbées.

I226 - Mesures de pression acoustique

Dans cette étude, il a été nécessaire d'effectuer des mesures de pression sonore. Pour cela, on a utilisé un sonomètre de précision Bruel et Kjaer, de caractéristiques normalisées (37) - pondération "courbe A", grande inertie 0,5 secondes - en prenant les précautions d'usage (instrument tenu à bout de bras) pour ne modifier que d'une manière constante (inférieure à I dB) le champ acoustique existant en l'absence du sonomètre. Pour assurer un repérage du niveau aussi précis que possible, les lectures ont été suffisamment répétées pour que la fiabilité en soit assurée.

L'enregistreur de niveau rapide 2305 Bruel et Kjaer a été mis à contribution de manière quasi-constante. Nous discuterons plus loin du réglage de cet appareil; l'aspect des graphiques obtenus en dépend énormément et pour rendre les lectures comparables, il faut choisir les conditions d'emploi une fois pour toutes. Le tracé étant supposé valable, nous allons en décrire la méthode d'interprétation.

a) On peut vouloir lire une différence de niveau. Ce sera $\Delta = L_A - L_B$. L'inertie du stylet et la vitesse d'é--criture donnent sur ces points une incertitude importante dépendant de la modulation, le réglage optimal en moyenne étant plus ou moins exact selon les cas d'espèces, on peut penser que Δ est sans signification précise; c'est exact si l'on veut lier Δ aux caractéristiques énergétiques de la modulation. Mais comme nous le verrons, on se proposera en sens inverse, de relier des appréciations subjectives, concernant un ensemble de modulations, à un tel paramètre, bien dé--fini puisque ce sera l'indication donnée par l'appareil réglé d'une certaine manière.

b) On peut vouloir lire des pressions moyennes : cela se produit en particu--lier dans les analyses avec des fil--tres normalisés I/3 d'octave (109a). Comme il est de pratique courante dans les mesures d'acoustique archi--tecturale, on admet que la valeur moyenne de la pression correspond à la zone où le graphique présente la plus grande densité optique. La détermination se fait visuellement (110)

Cette pratique revient en fait à déter--miner le centre de gravité de la loi de probabilité des pressions projetée sur un axe y' y , donc à évaluer un niveau de pression.

$$L' = \frac{10}{n} \sum_{i=1}^{n} \log \frac{P_i^2}{P_0^2}$$

où P_0 est la pression de référence et les P_i les pressions obtenues en dis--crétisant la loi en n états élémentai--res.

Le véritable niveau de pression moyenne serait

$$L = 10 \log \frac{\sum P_i^2}{n P_0^2}$$

L'approximation réalisée revient donc à remplacer la moyenne arithmétique des intensités élémentaires par leur moyenne géométrique. Elle est valable si les pressions ne diffèrent pas de plus de 10 dB dans la bande passante enregistrée; nous l'avons appliquée aussi dans le cas d'écarts plus grands, mais n'intervenant que rarement et dont le poids était négligeable.

I227 - <u>Le contrôle auditif</u>

Les installations permettant le contrôle auditif ne concernent pas les sujets d'expérience. Néanmoins, leurs caractéristiques doi--vent être précises et invariables dans le temps.

Les chaînes de reproduction étaient maintenues en parfait état de fonctionnement par des mesures audiofréquences faites régulière--ment, aussi bien en ce qui concerne les moyens de contrôle que les moyens d'écoute intervenant à titre essentiel pour les essais.

Les enceintes acoustiques étaient de type "HP ordinaire, salle Eco" pour les réglages de dynamique et de niveaux sonores subjectifs; celles du studio M étaient comme on l'a vu, de qualité moindre, mais il s'agissait dans ce cas d'un simple contrôle d'exis--tence de la modulation.

L'invariance des conditions d'ambiance visuelle (éclairages) ou acoustique (traitements, diffusion, bruits) était surveillée étroitement.

I3 - LES SUJETS D'EXPERIENCE

Les personnes ayant participé aux essais étaient en grande majorité des étudiants, choisis pour leur aptitude à exécuter des tâches complexes pendant un temps assez long, résultat de leur entraînement intellectuel.

Ce dernier point est particulièrement important; on sait en effet que l'attention se maintient d'autant mieux que l'on évite la routine, la monotonie qui sont des causes de désactivation de la vigilance (111a) et qu'il existe dans celle-ci des bloquages aléa--toires, véritables clignements d'yeux internes (111b) pendant les--quels l'observation est fortement perturbée. Ces phénomènes sont naturellement gênants; les réduire au minimum en utilisant des sujets capables de s'intéresser aux essais était une nécessité. Sinon, pour obtenir un public homogène, il aurait fallu un nombre beaucoup plus grand encore d'observateurs.

La bonne réalisation des expériences était suspendue à la réceptivité des sujets aux explications préalables, disposition favorable à la perception du discours parlé (112a). D'où le souci constant d'intéresser le public et de créer un climat de collabora--tion. On a pris dans ce sens la précaution d'insérer dans les tests certains stimuli sans ambiguïté pour que le sujet ne se croît pas en présence de "devinettes", circonstance très préjudiciable à un tel climat (39b)

Les explications préliminaires avaient pour but, non seulement la réalisation matérielle des essais (modalités de réponse), mais aussi un certain entrainement, adopté à chaque type d'expériences. L'écoute de modulations, surtout l'écoute sélective selon certains critères, est une affaire extrêmement délicate et des personnes non prévenues répondent en effet de façon formelle, sans que l'on soit assuré que ces critères soient respectés.

On s'est inspiré des lois de l'apprentissage montrant que la courbe représentant l'évolution du niveau d'entraînement en fonction du temps présente un plateau intermé--diaire avant le palier final (16b), ainsi que l'intérêt de distribuer le temps d'apprentissage sur plusieurs séances. (16c). Pour cela on a convoqué les sujets plusieurs fois, pour des essais réalisés au studio M et retenu leurs réponses lors--qu'il se révélait que le premier plateau était atteint. En juger était naturellement une question d'appréciation, objectivée par une certaine stabilité des réponses.

Grand compte a été tenu des propriétés de l'attention, en recherchant chez les sujets, le type fluctuant avec perception synthétique (113a) plutôt que le type stable orienté vers les dé--tails, plus accessible à la fatigue et risquant d'analyser l'écou--te sur la base de critères inadéquats. Des conversations avec les observateurs ont permis de faire cette sélection. On a cherché à mettre les sujets en condition : le cerveau n'est jamais au repos, même en l'absence d'excitation (114a) , et il importe que cette activité spontanée soit orientée vers la réalisation d'essais cor--rects, la réponse étant de préférence le résultat de la conception instantanée et totale de la solution du problème posé ("insight" - (114b)

Une telle conduite psychologique était obtenue par de multi--ples relations de style personnel sujet-expérimentateur et vérifiée par la confrontation des points de vue en fin d'essais. Cette mé--thode a été appliquée in-extenso pour les expériences réalisées sur des individus isolés, dans le studio M (essais "individuello") et adaptée comme nous le verrons aux expériences sur publics nom--breux (essais "statistiques").

Les considérations précédentes montrent quelles ont été les conditions du choix des sujets, qu'il a fallu littéralement former en évitant d'anticiper sur leurs réactions psychoacoustiques.

Répartition d'ensemble

Etudiants en médecine	34%
Etudiants en beaux-arts	20%
Etudiants en droit	10%
Etudiants en musique	9%
Acousticiens	8%
Lycéens	8%
Etudiants en sciences	5%
Infirmières	3%
Professions libérales	3%
	100%

Cette proportion a été respectée sur tout l'ensemble des expériences collectives. Les expériences individuelles ont fait appel de préférence à des étudiants en médecine et en musique.

Tous les sujets ont été soumis aux mesures d'audiométrie classiques, en se limitant, cependant à la conduction aérienne (115a) et au Weber audiométrique (115b) , dans les cas où la sensibilité de chaque oreille paraissait inégale. L'audiomètre employé était d'un type normalisé (116) permettant d'effectuer les tests les plus complexes d'audiométrie tonale et vocale si cela s'était révé--lé nécessaire. Mais les résultats furent excellents, avec une perte ou un gain relatifs inférieurs à 10 dB dans la bande 250 - 10 000 Hz pour la majorité des sujets, et un très bon équilibre gauche-droite.

Cependant on n'a que rarement rencontré le critère d'oreille musicale (117, 118) concernant l'allure de la courbe audiométrique entre 500 et 2500 Hz, même chez des étudiants en musique. Quoi qu'il en soit de la valeur de ce critère, on s'est assuré de la bonne réceptivité "esthétique" des auditeurs par des méthodes analogues à celles utilisées plus haut, qui permettent aussi de ne pas se limiter aux étudiants en disciplines artistiques. On a d'ailleurs

remarqué (68) que même les analphabètes musicaux ne sont pas, et de loin, privés de contacts perceptifs avec les oeuvres, en d'autres termes, qu'ils sont aptes à les "comprendre"; à plus forte raison les non-spécialistes peuvent-ils moyennant quelques précautions, émettre des jugements esthétiques fort valables.

I4 - LE MATERIAU SONORE -

On peut entendre par ce terme ce qui arrive aux oreilles de l'auditeur; il s'agit ici du matériau qui sert de base aux expériences, des exemples sonores que l'on soumet à divers traitements en vue d'appréciations subjectives. Ces "modulations" présentent un certain nombre de caractères qui pour des suites de sons aussi complexes, jouent un peu le rôle du timbre pour les sons isolés. Il est intéressant, pour les mettre en évidence, de comparer les enregistrements aux prises de son effectués en direct, d'étudier les qualités d'une bonne prise de son, ainsi que les facteurs techniques connus sous le nom de "défauts BF".

I4I - Enregistrement ou direct

On parle de "direct" lorsque les sources sonores sont présentées au public sans possibilité de modification en cas d'erreur technique ou artistique. La plupart du temps, les techniques faisant appel à l'enregistrement systématique sont adoptées, il s'agit alors d'"enregistré". Ces deux procédés ont des avantages et des inconvénients, l'intérêt éveillé chez les auditeurs est également différent (119) , comparaison très bien résumée quoique de manière un peu abrupte en qualifiant le direct de "vivant" et l'enregistré de "conserve". En fait le direct peut être jusqu'à un certain point artificiel et apprêté car la technique microphonique exige de toutes façons un contrôle, et l'enregistré présenter des qualités de vie suffisantes, si l'on s'impose de ne pas tomber dans la facilité de coupures et de montages systématiques.

Nous avons dû employer la deuxième méthode dont le grand avantage est la reproductibilité. De plus il était possible de choisir le matériau sonore idoine dans la vaste réserve offerte par la phonothèque. La sélection a été faite compte tenu des sujétions particulières à chaque essai, en ayant le souci de respecter au mieux les qualités du direct et de l'enregistré.

I42 - Qualités d'une modulation

Pour la prise de son, on peut résoudre ce concept en facteurs concernant (1e) l'esthétique, la perspective sonore, les qualités du réglage de niveau et l'appréciation d'ensemble, qui peuvent s'exprimer par un grand nombre de qualificatifs. Cette méthode est psychologiquement d'un grand intérêt, mais l'homme de métier doit être capable d'apprécier directement et globalement, l'interaction et l'interprétation de ces facteurs étant très variées selon les cas.

Cependant, le problème se pose de l'évaluation subjective commune de la valeur des programmes par des techniciens et des artistes; on a été ainsi conduits à mettre en avant un certain nombre de critères (120) , que nous avons retenus pour les explications données aux sujets :

impression de salle
transparence
équilibre musical
couleur sonore
bruit de fond
esthétique globale
architecture sonore
technique de prise de son

Notons que l'équilibre des plans sonores apparents, relié aux divers rapports "son direct/son réverbéré" (119) ou faisant intervenir les déphasages entre pression et vitesse acoustiques captés par les micros non directionnels (121) ne figure pas dans cette liste, sinon implicitement. Cette notion extrêmement importante pour la monophonie s'est vue en effet confrontée avec celle de relief en stéréophonie et n'apparaît plus que comme un cas particulier de l'architecture sonore.

Les essais ont mis en évidence l'importance de la couleur sonore. Il s'agit d'un terme qui, avant et depuis Berlioz, a la faveur des musiciens et semble correspondre à un caractère profond des messages sonores, (122) généralisant ainsi la notion de chroma pour les sons purs (123) et les interprétations du caractère formantique des phonèmes en termes de spectroscopie optique (124). On s'est efforcé, au cours des séances de travail, d'utiliser des modulations dont la couleur sonore était assez variée pour éviter la monotonie, sans excès toutefois pour ne pas dissiper l'attention.

Une couleur uniforme, telle que celle imposée par des haut-parleurs à des modulations sans caractère créait en effet une ambiance influant négativement sur le comportement des sujets.

I43 - Les défauts BF

Les modulations sont affectées des "défauts BF" classiques : réduction de la bande passante, bruit de fond, distorsion, et il semblerait qu'aucune discussion ne soit utile sur le caractère nuisible de ces défauts. Il en va autrement : l'on a vu des musiciens metteurs en ondes fort tolérants à la distorsion pourvu qu'elle ne leur masquât pas la qualité de l'interprétation; des essais ont montré que le public appréciait plutôt une bande passante réduite (125), tendance même systématique et consciente pour bon nombre de musiciens (126); le bruit de fond, parfaitement intolérable pour les techniciens, à tel point que l'on a pensé exiger un rapport S/B de 60 dB (127), à peu près irréalisable pour la chaîne complète, transmission incluse, est beaucoup mieux toléré dans d'autres cas; le niveau ambiant, de 70 à 80 dB dans les cabines de prise de son, qui peut s'élever à 85 dB (128) pour les salles d'enregistrement peut être beaucoup trop fort pour une appréciation esthétique, et non technique des modulations. La diversité de ces points de vue est curieusement complétée par le style péremptoire des jugements s'exprimant sans nuances par "bon" ou "mauvais".

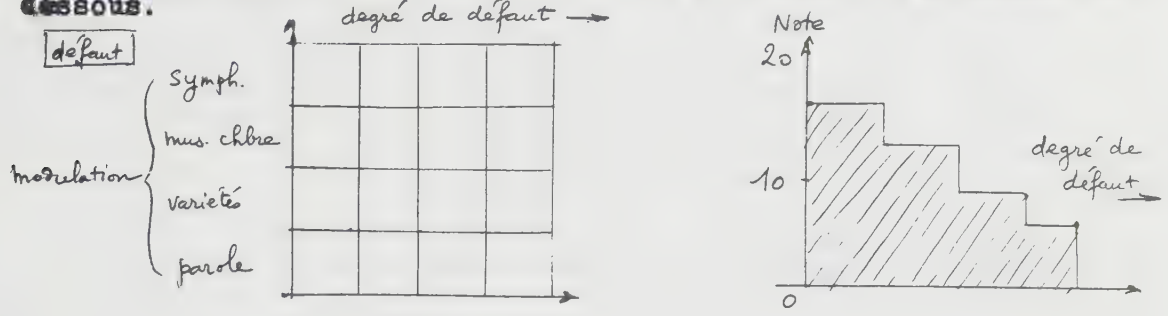
Pour situer la complexité du problème, des essais d'approche ont été entrepris, portant sur 4 modulations différentes, 4 défauts BF de degré différent et un public de IO sujets (étudiants, ingénieurs, techniciens de différentes spécialités).

Modulations	Défauts				
Parlé	Bande passante	(I5 I5000	(I00 I2000	(200 8000	(400 6000
Variétés	Bruit de fond	50dB	40dB	30dB	20dB
Musique de chambre	Distorsion	I%	5%	I5%	
Symphonique					

Les 4 modulations étaient employées pour chacun des défauts.

On demandait aux sujets de noter chaque présentation sonore entre 0 et 20. Aucun commentaire n'avait été fait sur la notion d'échelle psychologique, le but de l'essai étant de faire apparaitre les réactions spontanées.

Les résultats sont résumés sur la figure 9 qui met en évidence, d'une part les résultats numériques (valeurs maximale, minimale ou moyenne obtenue pour chaque case), d'autre part les principaux types de réponse obtenus en réalisant le graphique ci-dessous.



On remarque l'allure très différente des résultats numérique suivant les modulations et surtout l'écart énorme entre les valeurs maximales et minimales expliquant le dialogue de sourds qui s'établit souvent entre critiques de formation différente. Cette situation est particulièrement accusée pour la bande passante minimale.

Les graphiques montrent la variété du centrage et de l'étendue des échelles, ainsi que des proportions relatives des échelons.

Ces résultats ne sont pas surprenants; ils confirment seulement un état de fait : les auditeurs non préparés émettent des opinions en fonction de critères plus ou moins aléatoires. Et pourtant les défauts BF apportent aux modulations des modifications d'ensemble beaucoup moins complexes que celles dont est responsable la régulation du niveau sonore; pour obtenir dans ce cas des résultats valables, il faudra s'entourer du maximum de garanties.

I44 - Choix des modulations

a) On a d'abord éliminé en fonction de ce qui précède, le paramètre "défauts BF"; le matériau sonore de départ présentait la meilleure qualité technique possible, répondant aux caractéristiques de la haute-fidélité, c'est-à-dire l'adéquation à une image mentale préexistante à la réception du signal (129)

b) La prise de son devait être d'excellente qualité.

c) Un nombre aussi grand que possible de modulations de types très divers a été utilisé, pour éviter les erreurs dues à une étude trop limitée. Pour certains essais, nous avons même échantillonné au hasard un nombre important de documents sonores.

d) En fonction des expériences, le matériau choisi devait présenter des caractéristiques objectives ou subjectives très précises. La sélection des modulations était un facteur très important de la validité des essais.

I5 - ELABORATION DES METHODES

Un certain nombre de paramètres doivent être étudiés, en fonction de leur influence présumée sur la régulation du niveau, et selon des modalités dont le principe doit rester uniforme tout au long des expériences. Les considérations et les essais préliminaires qui suivent complètent en ce sens ce qui a déjà été abordé à propos des sujets et des modulations.

I5I - Les paramètres physiques

Une modulation est entièrement définie par la variation de la tension électrique en fonction du temps présenté dans les circuits de l'appareillage électro-acoustique. Cela correspond, en complexité, à la variation de pression sonore en un point de l'espace de réception, par conséquent à une extrême simplification du champ acoustique réel; mais c'est le seul paramètre dont nous disposons et qui soit reproductible, puisque nous utiliserons systématiquement le support magnétique pour le matériau sonore de départ.

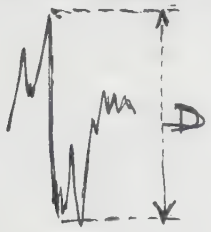
La pression acoustique elle-même sera retenue comme paramètre pour la fixation d'un niveau sonore bien déterminé dans le cadre du plan d'expériences, elle sera mesurée au sonomètre de précision, courbe de pondération A. Sur l'intervalle 50 - 80 dB (A) où se situent la plupart des essais, les variations de tension électrique appliquées par l'intermédiaire du potentiomètre concordent bien, comme nous l'avons vérifié à maintes reprises, avec les indications du sonomètre. C'est là un avantage peu connu de la courbe (A) qui recoupe d'ailleurs le fait que cette pondération soit déjà une bonne approximation des résultats obtenus par les méthodes de Stevens et de Zwicker pour le calcul de la sonie des bruits complexes.

L'utilisation de la tension électrique pour des études d'acoustique peut être abordée de diverses manières, dont la plus complète est certainement l'utilisation du diagramme tri-dimensionnel (temps X niveau X fréquence). C'est ce que réalise le sonagraphe, qui répond au souci de donner à un observateur des renseignements d'ordre synthétique impossibles à obtenir de manière stable au moyen de descriptions orales (130) et qui y parvient remarquablement : les formes acoustiques y sont représentées de façon évidente et ceci est la source d'études fructueuses concernant par exemple les bruits (131), les instruments de musique (132), l'appareil phonatoire (133), et surtout le développement très prometteur de la synthèse de la parole (134).

Cependant le sonagraphe, comme le montrent d'ailleurs les études citées est adapté aux recherches sur des éléments sonores de courte durée. L'interprétation des formes est déjà délicate au niveau des phonèmes. L'intérêt de considérer des formes globales pour un temps long, par exemple pour la durée d'une oeuvre musicale, est évident, mais au stade actuel on peut le concevoir comme une fiche d'identification, sorte d'"empreinte digitale" de l'oeuvre sonore (135). Le problème est l'application de cette empreinte tri-dimensionnelle sur l'ensemble de toute l'esthétique des modulations sonores, facteur qui intervient au premier chef dans la prise de son. Nous ne pouvions prétendre envisager un objectif aussi ambitieux, sinon poser quelques pierres dans cette direction par une méthode mieux adaptée aux problèmes spécifiques de la régulation du niveau.

Nous avons pris comme point de départ l'attitude du preneur de son qui, à l'instant crucial du réglage final traduit tout par une action sur le potentiomètre et visualise, par imagination, une courbe de variation du niveau en fonction du temps. Cette opération peut avoir une importance exagérée, masquer des problèmes esthétiques immédiats, mais quoi que l'on fasse, elle est irréductible. Notre paramètre physique sera donc cette variation, comprenant à la fois l'évolution intrinsèque du niveau, caractéristique de la modulation, et la correction de niveau, variable de régulation commandée par l'opérateur.

Le niveau sonore a été objectivé par enregistrement sur matériel Bruel et Kjaer, les réglages étant faits de telle manière que le bathygramme soit autant que possible conforme à l'idée que s'en fait le preneur de son. En effet, bien plus encore que le v.u.mètre, l'enregistreur de niveau rapide donne une indication qui peut ne rappeler que de très loin les sensations d'évolution de la dynamique sonore. Le temps d'intégration dépend énormément de la vitesse d'écriture du stylet (109 b) , c'est pourquoi l'écart



entre niveaux maximal et minimal qui caractérise la dynamique n'est défini que pour des réglages bien déterminés. Même dans ces conditions, la reproductibilité n'est pas assurée pour les niveaux les plus forts et il a été remarqué une différence de plusieurs décibels d'un essai au suivant, dépendant de légères variations d'amortissement du système inscripteur. On a éliminé le plus possible ce dernier inconvénient en utilisant un appareil bien "échauffé" et en veillant à ce que le volume de la réserve d'encre reste à peu près constant.

Pour assurer la meilleure correspondance entre les images sonore et visuelle on a présenté à 5 sujets de spécialités diverses 40 extraits de I0 secondes, choisies au hasard parmi un ensemble important de modulations monophoniques, selon une méthode classique en statistique (136 a) : on prélève sur la table de nombres au hasard 40 couples de nombres de 2 chiffres (a_λ , b_μ) et l'on retient $a'_\lambda \equiv a_\lambda$ mod.20 et $b'_\mu = 5\, b_\mu$, a'_λ correspond au numéro d'ordre de 20 enregistrements d'émission complètes et variées prélevés en discothèque, b'_μ à la durée en secondes séparant du début l'extrait de I0 secondes sélectionné.

Ces 40 séquences comprenaient des extraits de musique symphonique, jazz, musique de cirque, piano, violoncelle, cor anglais orgue, choeurs paroles H et F diverses, feu d'artifice, bruits divers (moutons,chiens, usine, autobus, bandes magnétiques défilant à l'envers) etc.....

Le niveau sonore était enregistré avec différents réglages de l'appareil que des essais préliminaires avaient permis de réduire à 4 :

	"Writ. Speed."	"L L F."
A	I00 mm/s	20 Hz
B	I60 "	I0 "
C	250 "	I0 "
D	400 "	I0 "

Les observateurs écoutaient les modulations en regardant les graphiques d'enregistrement et notaient de 0 à 20 l'exactitude de la concordance. Ils avaient reçu au préalable un entraînement pour éliminer l'effet de nouveauté de l'exercice demandé.

Pour interpréter les résultats on portait sur 4 lignes les moyennes de nombres respectivement attribués à chaque réglage et chaque extrait.

A x_1^1 x_1^2 ---

B x_2^1 x_2^2 ---

C x_3^1 x_3^2 ---

D x_4^1 x_4^2 ---

Les moyennes $m_i = \sum_{j=1}^{40} x_i^j$ sont respectivement

m_A = I2,4 m_B = I2,6 m_C = I4,3 m_D = I2,I

Donc si $\succ$ désigne la relation "meilleur que"

$$C \gg B \succ A \succ D$$

Le réglage C est le meilleur, ce que confirment d'autre part les essais effectués avec un auditeur spécialiste de ces questions, effectués exactement dans les mêmes conditions, et d'ailleurs la pratique courante, l'enregistreur B & K étant de plus en plus utilisé dans les cabines de prise de son pour des recherches sur la dynamique sonore. Pour la parole, le réglage C donne cependant une allure trop heurtée

D'où nécessité de choisir une vitesse d'écriture inférieure, ce qui est confirmé par l'essai complémentaire suivant :

Si l'on traite comme ci-dessus et séparément 5 extraits au hasard de parole, de musique ou de bruit, on obtient respectivement :

parole $m_A = 15{,}6 \quad m_B = 16{,}8 \quad m_C = 15{,}4 \quad m_D = 12{,}0$

$$B \gg A \succ C \gg D$$

musique $m_A = 12{,}6 \quad m_B = 13{,}0 \quad m_C = 15{,}6 \quad m_D = 11{,}4$

$$C \gg B \succ A \succ D$$

bruits $m_A = 12{,}4 \quad m_B = 12{,}0 \quad m_C = 15{,}0 \quad m_D = 11{,}9$

$$C \gg A \succ B \succ D$$

En définitive, on devrait régler la vitesse d'écriture à 160 mm/s pour les modulations à transitoires brefs prédominants et à 250 mm/s pour les passages musicaux plus calmes.

Le temps d'intégration est alors de 0,2 à 0,5 secondes (109 b) il correspond à celui des sonomètres normalisés; cette concordance, utile aussi pour l'écoute des bruits a été prise comme hypothèse de départ pour des recherches analogues sur la meilleure vitesse d'écriture (137) et conduisant au même résultat.

Dans la nécessité d'adopter un réglage unique, on a choisi 160 mm/s, compte tenu du fait que les erreurs dues à l'amortissement signalées plus haut sont alors beaucoup plus faibles.

152 - Le relief sonore

Les problèmes concernant la monophonie et la stéréophonie sont pratiquement d'une importance égale. La stéréophonie d'intensité est encore la plus répandue, (voir par exemple 138) ; elle constitue un moyen d'expression intermédiaire entre la monophonie et la stéréophonie, alliant les deux techniques (139) mais n'apporte pas l'illusion de présence physique "réelle" (14) que l'on obtient en utilisant les relations d'intensité et de phase (stéréophonie "vraie") C'est à cette dernière que nous réserverons dans ce qui suit le nom de stéréophonie, différant d'une manière suffisamment radicale de la monophonie pour mériter une étude parallèle.

La stéréophonie à 4 canaux (tétraphonie) (140) , n'est pas encore suffisamment maîtrisée pour que l'on dispose de modulations variées répondant à un critère logique concernant les caractères d'un relief sonore enveloppant complètement l'auditeur.

Nous éliminerons également le procédé qui consiste à écouter la même modulation monophonique présentée simultanément sur 2 haut-parleurs, la sensation obtenue n'ayant pas les qualités de brillance, transparence, repérage directionnel de la stéréophonie (141)

On doit s'attendre à observer une forte influence des caractéristiques du relief sur la régulation du niveau. La stéréophonie apporte une perspective auditive, l'illusion pour l'auditeur d'être incorporé dans la même salle que les sources (142) , un très sensible enrichissement des qualités intrinsèques de la matière sonore (143) ; le repérage directionnel permet de s'intéresser à divers aspects de la scène subjective, par exemple de suivre les trajectoires de certains éléments sonores (144) , ou l'évolution de leur volume et de leur timbre. Les relations entre les complexes d'écoute et d'observation doivent en être fortement affectées, cela se traduisant par une transposition différente de la dynamique.

D'une manière plus directe on constate que la variation du niveau observée lorsque l'on passe de l'écoute monophonique à l'écoute stéréophonique dépend de l'intensité moyenne et de la fréquence (145a). Ceci laisse prévoir que l'influence des caractéristiques physiques et le relief sonore puissent être intimement liés.

Pour ces raisons, la plupart des essais ont été effectués en monophonie et en stéréophonie. Dans le but d'assurer une parfaite homogénéité des paramètres, il fallait que "mono" et "stéréo" soient déduites d'une même modulation, plus précisément d'un même matériau sonore enregistré sur bande magnétique. C'est le problème de la compatibilité (146) , qui peut être résolu de deux manières différentes : l'addition des voies A et B (compatibilité A + B) ou la voie A constituant la modulation monophonique esthétiquement et techniquement valable déduite de la modulation stéréophonique. La compatibilité A + B, plus facile à réaliser est généralement utilisée, mais l'interférence des voies est cause de défauts techniques qui désavantagent la monophonie. C'est pourquoi l'on a recherché des modulations dont la voie A constituait une bonne version monophonique, respectant en particulier l'équilibre des sources sonores.

I53 - Niveau préférentiel - Reproductibilité - Fatigue.

Lorsque des observateurs peuvent régler le niveau d'écoute de diverses présentations sonores, on observe que l'intensité choisie dépend des sujets et varient systématiquement en raison de leur âge par exemple, et de la fatigue, ce niveau de réglage diminuant lorsque l'on procède à des essais prolongés (41) . Cette différence de niveau d'écoute optimal est due au conditionnement antérieur des sujets et à une susceptibilité plus ou moins grande à l'intensité sonore. Celle-ci a surtout été étudiée dans le domaine des bruits nocifs (147) pour lesquels la résistance individuelle joue un grand rôle; il est probable que ce facteur intervient aussi dans l'écoute courante des modulations sonores.

Probable également que l'intérêt, ou la tension nerveuse demandée par certains essais particuliers influe sur l'ambiance sonore jugée optimale.

Pour l'élaboration des présentes expériences, il était nécessaire d'avoir une idée non seulement de la grandeur des niveaux préférentiels, mais de leur variabilité en fonction de la fatigue et de leur reproductibilité, compte-tenu de ce dernier facteur, lors d'expériences successives. On a déjà montré (148) qu'il existait

une différence très peu significative entre niveaux optimaux mesurés à quelques jours d'intervalle.

En vue de confirmer les points qui précèdent dans les conditions de nos essais, on a mis au point une expérience limitée utilisant 3 sujets de formation et de profil psychologique très différents : acousticien, preneur de son, technicien.

On présentait à ces sujets une suite de IO modulations variées, choisies au hasard parmi des exemples de parole et de musique (chacune durant 30 secondes), différentes en mono et en stéréophonie.

Ils pouvaient régler le niveau à sa valeur optimale au moyen d'un potentiomètre; l'intensité acoustique était mesurée près de la tête des sujets avec un sonomètre, par un opérateur entraîné, sachant éviter les causes d'erreurs dues à la diffraction et à l'inertie. Cette mesure était faite, dans les essais correspondants au même endroit pour chaque modulation et pendant une durée de quelques secondes.

a) Dans le studio M, étude particulière de l'influence de la fatigue. Ce studio a été choisi en raison de sa situation calme à l'écart du bruit et de l'animation. Chaque ensemble de IO modulations était présenté 4 fois de suite, en mono et en stéréo alternativement. Pour éviter une lassitude parasite due à la monotonie, les modulations mono et stéréo étaient différentes. Un seul sujet (acousticien). L'écoute totale durait environ I heure et l'intervalle entre 2 présentations identiques était de IO à I2 minutes en tenant compte des temps morts.

Les résultats sont résumés - en dB(A) - par le tableau suivant

	MONO					STEREO			
	I	2	3	4		I	2	3	4
Parole F	66	66	64	63	Chant F	74	74	7I	72
Parole H	63	64	64	66	Jazz	68	72	65	68
Piano	58	64	66	66	Chant F	70	70	64	69
Orchestre	64	70	70	76	Chant F	76	72	73	7?
Parole H	58	63	66	6I	Chant H	72	72	68	70
Orchestre	72	69	74	72	Orchestre	7I	72	69	68
Orchestre	74	76	76	74	Chant H	7I	7I	7I	69
Parole H	68	70	68	70	Orchestre	72	67	68	68
Chant F	70	72	72	74	Orchestre	69	60	68	62
Jazz	68	70	73	75	Chant H	62	6I	60	6I

On remarque globalement que les niveaux sont du même ordre en monophonie et en stéréophonie; l'effet de fatigue est peu important en stéréophonie et fort douteux en monophonie. Plus précisément, le test de la médiane (149 a) appliqué entre les colonnes I et 4 donne

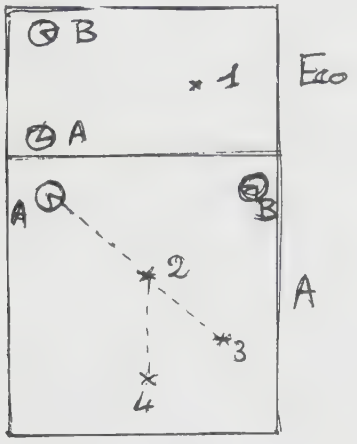
$$\chi^2_{MONO} = 0,8 \qquad (\text{à comparer avec } \chi^2_I = 3,84)$$

confirme que au seuil de 0,05 la différence entre ces colonnes n'est

pas significative. Par conséquent l'effet de fatigue est négligeable en mono et faible en stéréo. L'erreur aléatoire est nominalement assez importante, mais compte-tenu d'un certain libre-arbitre du sujet qui ne conserve pas forcément le même critère de référence, la concordance des niveaux apparait remarquable (entre I et 4, il s'écoule une demi-heure d'écoute attentive de modulations très diverses).

b) dans le studio A et la salle Eco, les 3 sujets entraient en jeu, les places d'écoute étant I, 2, 3, 4; les places 3, et 4, représentaient des situations plus éloignées des sources sonores, respectivement en mono et en stéréo. En mono, seule l'enceinte A fonctionnait, le sujet étant tourné vers elle Le preneur de son et l'acousticien écoutaient en stéréo, le technicien et l'acousticien écoutaient en mono.

Ils revenaient en fin de séance à l'emplacement I (dit alors Ibis) pour éprouver l'effet de fatigue.



On observait un niveau d'écoute plus fort en stéréo qu'en mono, par exemple (place 2)

MONO	(technicien	64	66	60	64	59	68	70	68	68	64
	(acousticien	64	70	64	75	65	72	76	7I	62	65
STEREO	(preneur de son	75	69	65	76	75	74	73	66	63	62
	(acousticien	80	72	74	82	73	72	74	75	7I	66

Modulations

Pour chaque sujet l'application du test de la médiane entre I et Ibis donne des χ^2 non significatifs, sauf dans un cas technicien, mono, $\chi^2 = 7,2,$), où l'effet de fatigue était indubitable.

Les tableaux suivants montrent les résultats obtenus en mono et stéréo (moyenne des deux sujets).

	MONO					STEREO			
	I	2	3	Ibis		I	2	4	Ibis
Parole F	64	67	62,5	6I	Chant F	75	73	7I	7I
Parole H	68	64	60	63	Jazz	69	65	69	68
Piano	62	65,5	64,5	59	Chant F	65	62	66	64
Orchestre	6I,5	72	63	69,5	Chant F	76	72	70	72
Parole	62	62	60	60	Chant H	75	63	66	69
Orchestre	70	68	67	66	Orchestre	74	69	64	69
Orchestre	73	7I,5	66,5	70	Chant H	73	72	66	70
Parole	69,5	70	67,5	65,5	Orchestre	66	62	65	64
Chant	70	68	63,5	70	Orchestre	63	58	57	60
Jazz	64,5	65,5	66,5	63	Parlé	62	62	59	60

On retrouve une légère tendance à la baisse du niveau

préférenciel en stéréo et pas de différence statistique entre I et Ibis en mono ($\chi^2 = 0$).

La comparaison des colonnes 2 et 3, 2 et 4 montre qu'on écoute à un niveau physique supérieur lorsque l'on se trouve plus près des haut-parleurs. En raison de l'absorption du son dans l'air, très nette au-dessus de 8 kHz (150), on s'attendrait plutôt, vu les courbes d'isosonie à l'effet inverse.

Cependant la différence d'éloignement apparait bien faible pour entrer en ligne de compte, il s'agit plutôt d'un équilibre entre sons direct et réverbéré. Leur spectre est très différent à cause de la directivité des enceintes, d'une importance particulière entre 2 et 4 kHz (151) , le son réverbéré beaucoup plus riche en graves. Pour établir un équilibre subjectif identique, il faudrait alors d'après les courbes d'isosonie augmenter le niveau physique près des haut-parleurs, ce qui est conforme à l'observation. Il intervient certainement aussi des phénomènes de présence, de localisation dans des zones plus ou moins étendues de l'espace subjectif, la réverbération de la salle fournissant un effet de volume sonore plus satisfaisant pour l'ouïe avec moins d'énergie.

Signalons encore que lors de l'écoute, la tête effectue de petits mouvements. On invoque souvent leur rôle dans le repérage directionnel monaural (145b) ; ils n'apparaissent pas nécessaires à cette fonction mais par contre leur action est considérable dans l'édification de l'architecture subjective. Il n'est pas étonnant que l'oreille se déplaçant près des haut-parleurs dans un champ sonore moins homogène, cette architecture soit alors différente. Lorsqu'on écoute trop près des sources, on ressent une impression d'écrasement qui conduit à relever le niveau pour obtenir une scène sonore plus ample. Cette question est très importante pour la discussion des relations entre le complexe d'observation et le complexe d'écoute.

De l'expérience qui précède nous pouvons conclure :

- à l'importance relativement faible de la fatigue à condition de "motiver" les observateurs et d'éliminer certains cas particuliers d'intolérance.

- à l'importance très grande de la distance d'écoute.

- au caractère reproductible des essais, que l'on peut espérer valable dans des cas plus complexes moyennant un certain entraînement

I54 - Qualité des enregistrements itérés.

Nous avons vu que l'utilisation du "direct" n'a pu être retenue. La meilleure qualité est alors obtenue par l'enregistrement original, que l'on cherche à conserver intact et qui ne peut donc servir pour les montages; ensuite viennent les première et deuxième copies, souvent nécessaires dans la réalisation d'émissions complexes et dont la qualité professionnelle est encore très acceptable.

Un essai a été conçu pour confirmer ce point et vérifier s'il était possible, dans des conditions de qualité équivalente à celle de l'original, d'utiliser ici la première et même la seconde copie. A cet effet, on a réalisé une bande test de I0 éléments de I0 secondes, choisis au hasard, séparés par des silences de 30 secondes, dite "bande 0". La première et la deuxième copie, effectuées

dans les meilleures conditions techniques, [illegible] si réalisées "I" et "2".

Composition de la bande test :

A	Chant I
B	Symphonique classique
C	Parole I
D	Quatuor à cordes
E	Variétés
F	Chant II
G	Orgue
H	Piano
I	Parole II
J	Symphonique moderne

Les modulations étaient monophoniques, car l'expérience acquise montrait à l'évidence que la tolérance aux défauts introduits par la copie était beaucoup plus grande en stéréophonie.

C, I, 2, étaient comparés deux à deux comme suit : les deux bandes étaient lues avec un décalage de IO secondes, au moyen des mêmes installations, sauf les magnétophones qui avaient été soigneusement mis au point. L'identité globale des 2 chaînes avait été vérifiée par lecture du même original, une clé silencieuse permettant l'inversion immédiate des sources, l'écoute étant commune.

Les auditeurs pouvaient donc comparer directement les éléments de IO secondes des deux bandes, qui se suivaient immédiatement. Ils devaient, procédé dérivé de la "méthode des opinions" (152), pendant les IO secondes de "blanc" noter dans des cadres tels que le suivant, leurs impressions. Ceci de manière chiffrée, de C à IO, dans la case de gauche si A paraissait meilleur que A', à droite dans le cas contraire.

A		A'
B		B'
C		C'
D		D'
E		E'

Les essais étaient effectués au studio A et dans la salle d'écoute (Eco), sur une douzaine d'auditeurs, de manière à pouvoir éliminer particulièrement les effets perturbateurs dus à la directivité de l'ouïe. On sait en effet (153) que celle-ci est particulièrement prononcée aux fréquences aiguës; les auditeurs ne pouvaient, surtout dans cet essai, conserver leur tête rigoureusement fixe, d'où un risque d'erreurs aléatoires importantes lors de la comparaison des enregistrements successifs.

Pour tester la sincérité des auditeurs les séquences C et I d'une part, C' et I' d'autre part étaient réalisées à partir de prises de son différentes, telles que la qualité soit indiscutablement meilleure pour C' et I' (et l'on présentait en A', B'... la copie d'ordre supérieur).

Résultats Ils sont résumés dans les tableaux suivants (moyennes sur I2 sujets)

	O-I		
A	3	2	A'
B	3	3	B'
C	5	6	C'
D	2	2	D'
E	2	5	E'
F	3	5	F'
G	2	3	G'
H	5	3	H'
I	5	9	I'
J	3	4	J'

	O-2		
A	4	3	A'
B	4	2	B'
C	4	4	C'
D	3	2	D'
E	3	4	E'
F	3	4	F'
G	4	2	G'
H	3	2	H'
I	4	7	I'
J	3	3	J'

	I-2		
A	5	2	A'
B	3	3	B'
C	2	4	C'
D	4	I	D'
E	3	2	E'
F	4	3	F'
G	3	4	G'
H	0	I	H'
I	5	5	I'
J	6	6	J'

On voit que les questions-pièges donnent le résultat attendu, ce qui confirme la fiabilité de l'essai.

O-I sont dans l'ensemble peu distincts, de même que I-2. Pour O-2, la conclusion est la même mais plutôt par nivellement des valeurs de O et 2 alors que pour O-I par exemple, les premières copies étaient souvent préférées (même par des preneurs de son, ce que l'on peut expliquer par les mouvements de la tête).

De manière plus précise effectuons les différences algébriques gauche - droite (en se limitant aux 8 séquences du test proprement dit).

O-I	I	O	O	-3	-2	-I	2	-I	$\Sigma_1 = -0,4$
O-2	I	2	I	-I	-I	2	I	0	$\Sigma_2 = 0,8$
I-2	3	O	3	I	I	-I	-I	0	$\Sigma_3 = 0,8$

L'interprétation de ces résultats doit tenir compte d'une échelle globale allant de O à IO. Quelques réserves que l'on doive faire sur les opérations "différence" et "moyenne"appliquées à des échelles chiffrées qui n'ont guère ici qu'une valeur ordinale, on peut affirmer que la différence résultante entre les différentes copies est infime.

Cherchons à comparer les comparaisons O-I, O-2, I-2. On ne peut appliquer le test de la médiane aux suites qui précèdent en raison du faible nombre d'éléments.

Si l'on effectue ce test en mettant à la suite, pour O-I, O-2 et I-2, les valeurs trouvées pour chaque case dans les feuilles de réponse individuelles on obtient :

O-I / I-2 Signif. (20%) I-2 / O-2 Sign. (5%) O-I / O-2 Signif. (5%)

Par conséquent l'ordre de l'opérateur copie a une influence significative, mais le résultat de cet opérateur est peu discernable. Dans une chaine de transmission, eu égard à la qualité sonore, on distingue des quadripôles modificateurs ou conservateurs (154). L'opérateur copie peut être symbolisé par l'un de ces derniers.

Nous avons donc employé sans hésiter la première ou la seconde copie, réalisées bien entendu dans des conditions techniques équivalentes à celles du test précédent.

35 - Données complémentaires sur les complexes d'observation et d'écoute

L'adaptation des modulations aux plans d'expériences a demandé de nombreuses heures de travail en cabine; de plus, un certain nombre de prises de son ont dû être faites spécialement pour cette étude en fonction d'exigences particulières ce fut l'occasion de rechercher l'ordre de grandeur présenté par l'influence des microphones des haut-parleurs de"contrôle" sur les complexes d'observation et d'écoute. Plus particulièrement sur les réactions du preneur de son et des auditeurs.

On connait bien la nécessité d'un positionnement précis des microphones en fonction de la directivité des instruments de musique (155) ou de la parole (156) , opération particulièrement critique dans le cas des petits studios (157) ; l'influence du type de microphones est très grande, certain d'entre eux ont une couleur plus ou moins appréciée suivant le but recherché. Mais les jugements comparatifs n'ont pas été effectués en fonction des conditions d'écoute.

Pour choisir les micros et les enceintes de cabine convenant pour les prises de son, nous avons effectué l'essai suivant: on réalisait une prise de son, dans les mêmes conditions d'interprétation de l'oeuvre au moyen de deux microphones différents et des mêmes enceintes de contrôle. Le résultat était jugé par des auditeurs disposant de 3 moyens d'écoute de qualité variée. De même une autre prise de son a été faite avec les mêmes microphones et des enceintes de cabine différentes, le résultat étant jugé par des auditeurs dans les conditions ci-dessus.

On employait, soit un microphone électrostatique Schoeps "CLA 22I" (bande passante, avec réponse horizontale de 30 à 20 000 Hz, bosse de 5 dB vers 8 000 Hz), soit un électrodynamique Melodium "55 A' (bande passante, 50 - I0 000 Hz avec bosse de I0 dB à 4 000 Hz).

Les enceintes de cabine étaient de type "Qu" (Qualité StudioA) ou "Or" (ordinaire studio A). Les enceintes destinées à l'écoute étaient de qualité décroissante, I (Qualité studio A), 2 (Ordinaire Salle d'Ecoute), 3 (contrôle studio M).

Les auditeurs écoutant les enregistrements devaient, tout comme dans les essais sur copies successives, noter leur préférence en indiquant par un nombre compris entre 0 et I0 le degré de différence ressentie entre A, A'..... correspondant à des présentations de la même séquence ne différant que par la variable choisie. Ce nombre devait être placé du côté correspondant à l'audition préférée.

A	A'
B'	B
-	-
- -	- -

L'essai était effectué en mono et stéréophonie; les auditeurs étaient particulièrement attentifs.

Cet essai a été utilisé pour confirmer la réaction des sujets devant l'écoute au casque, et la présence des résonances particulières dues au couplage avec la cavité de l'oreille (158) . De plus, la monophonie binaurale apporte une localisation et la stéréophonie un effet d'ampleur très particuliers (159) variant avec les sujets. Le caractère incontrôlable de ces effets a conduit au rejet pur et simple de l'écoute au casque pour la présente étude.

I55I - Prises de son avec micros différents

Modulation = Duo piano + flûte

4 échantillons de durée variable entre I5 et 30 secondes, pour maintenir la spontanéité

A A' A B C D (Schoeps)

A' B' C' D' (55 A)

etc....

Plan d'expérience

(chaque comparaison apparait 2 fois, en sens direct et inverse, dans un contexte =) les résultats (moyenne de 8 sujets) sont présentés, dans un ordre logique, correspondant toujours à

A	A'	C	C'
B'	B	A'	A
C'	C	B	B'
D	D'	D'	D
direct		inverse	

(A - A'
(B - B'
(C - C'
(D - D'

Ecoute MONO	I	2	3	I	2	3
	2 - 4	2 - 2	6 - 4	2 - 4	4 - 2	2 - 6
	4 - I	3 - 2	4 - 4	3 - 3	4 - 4	6 - 2
	2 - 2	3 - 2	5 - 7	3 - 3	2 - 5	2 - 4
	I - 4	3 - 4	2 - 6	I - 3	I - 4	I - 3
		direct			inverse	

Ecoute STEREO	I	2	3	I	2	3
	I - 3	0 - 3	6 - 3	2 - 2	6 - 2	4 - I
	3 - 2	3 - 3	I - 5	2 - I	4 - 4	3 - 4
	2 - 2	4 - I	2 - 3	3 - 2	2 - 4	6 - 3
	2 - 2	5 - 2	6 - 3	4 - 2	6 - 4	3 - 4
		direct			inverse	

On remarque un jugement plus tranché pour la qualité d'écoute N° 3, une concordance entre l'ordre de classement direct ou inverse qui est loin d'être la règle. Les microphones ne sont pas en apparence, différenciés par ce test qui donne des résultats contradictoires suivant les séquences choisies. Par contre les moyens d'écoute ont une grosse importance, de très bons haut-parleurs sont moins propres que de mauvais à la distinction de prises de son effectuées avec des micros différents. Les haut-parleurs de contrôle en cabine étaient de qualité 2 et l'on voit bien que l'on ne peut expliquer le nivellement des jugements pour la qualité I par une prise de son adaptée à ces enceintes.

I552 - Prises de son avec enceintes de cabine différentes

Modulation = Quatuor à cordes - Echantillons A B C D (Qu)
A' B' C' D' (Or)

Plan d'expériences identique au précédent

Des précautions particulières ont dû être observées pour adapter l'expérience au travail normal en cabine; les deux prises de son à comparer ont été réalisées dans les conditions suivantes :

I^e Prise de son — 1) Mise en place avec bons haut-parleurs
2) Pas de corrections

2^e Prise de son — 3) Mise en place avec haut-parleurs ordinaires
4) Correction graves-aigus pour donner une bonne impression malgré ces écoutes défectueuses.

Pour ces deux prises de son, les emplacements microphoniques choisis étaient presque identiques en stéréophonie et différaient d'au moins I mètre en monophonie, ce qui est énorme. Les conditions de contrôle paraissent d'ors et déjà beaucoup plus critiques en monophonie et les relations entre complexe de prise de son et d'observation très différentes suivant le degré de relief sonore.

Les résultats (moyenne de 8 sujets) sont présentés comme ci-dessus dans un ordre logique correspondant toujours à A - A'
B - B'
C - C'
D - D'

Ecoute	I	2	3	I	2	3
MONO	4 - 3	6 - 5	7 - 5	3 - 2	4 - 3	2 - 2
	5 - 2	4 - 3	3 - 6	6 - 7	3 - 4	3 - 6
	5 - 4	3 - 4	0 - 5	4 - 4	5 - 5	I - I
	3 - 5	3 - 5 direct	2 - 3	9 - 4	6 - 5 inverse	I - I

Ecoute	I	2	3	I	2	3
STEREO	2 - 2	5 - 6	0 - 4	2 - 4	2 - 4	0 - 6
	5 - 6	5 - 3	I - 3	6 - 3	4 - 5	0 - 4
	2 - 2	2 - 3	8 - 6	5 - 6	4 - 4	6 - 3
	5 - 6	4 - 6 direct	3 - 9	7 - 4	4 - 4 inverse	2 - I

On peut noter la netteté de certains jugements contradictoires (8-6, 6-7,...),la contradiction fréquente entre direct et inverse, l'influence manifeste des écoutes. Pour confirmer celle-ci, on a établi 3 suites en mettant à la file, pour chaque écoute et dans un ordre correspondant, tous les nombres $\gamma_{i\lambda}$ obtenus par différence des cases gauche et droite (i = I, 2, 3, λ = I, 2.....I6)

En appliquant aux $\gamma_{i\lambda} - \gamma_{j\lambda}$ le test des signes (136 b), on trouve que les résultats obtenus avec les écoutes I et 2, 2 et 3, 3 et I sont significativement différents aux risques 5%, I0%, 5%. On ne peut dire cependant ici que les écoutes de mauvaise qualité permettent des jugements plus tranchés.

L'ensemble des résultats précédents confirme l'influence du relief et des conditions d'écoute sur les jugements de prise de son et montre combien ceux-ci sont délicats. Tous les sujets d'expérience étaient ici, en effet, soit des étudiants entraînés, musiciens soit des spécialistes du son; et les différences entre versions "concurrentes" d'un même passage étaient fort sensibles si l'appréciation se faisait par discussion en groupe. Cette précaution liminaire avait en effet été prise pour donner au test une signification nette, celle d'une dispersion des critères de jugement.

Devant les progrès de la technique électro acoustique, s'est fait jour une certaine tendance à se passer des "mesures subjectives" (160) . On voit que ce point de vue est éloigné de la complexité

des phénomènes psychologiques concernant l'écoute et ne peut être valable qu'en se référant à subjectivité standardisée.

I56 - Le degré d'attention.

L'attention a toujours été reconnue comme un facteur important des expériences de psycho-physique; la pratique courante consiste à confier au sujet, parallèlement à l'observation ou la réaction principale, une tâche de diversion agissant soit en perturbant les facultés de concentration mentale, soit en modifiant les conditions de résistance à la fatigue. On a remarqué (161) que l'effet du niveau sonore sur une expérience varie selon le genre de travail annexe demandé, cette influence dépendant du sujet et se modifiant d'un essai à l'autre.

Il était donc intéressant de préciser l'importance du facteur "attention" au cours de cette étude. L'expérience déjà citée sur le quatuor à cordes a été répétée, toutes choses égales d'ailleurs, l'attention des auditeurs étant relâchée par une lecture attrayante. Les résultats (moyenne de 8 sujets ayant déjà participé aux essais avec écoute attentive) furent les suivants :

Ecoute	I	2	3	I	2	3
MONO	2 - 2	I - 9	4 - 2	3 - 3	4 - 5	0 - 4
	0 - 3	0 - 5	2 - 2	3 - 0	I0 - 5	5 - 2
	I - 5	4 - 5	I - 6	3 - 0	0 - 5	2 - 4
	2 - 0	3 - 3	0 - 5	2 - I	I0 - 5	3 - 2
		direct			inverse	

Ecoute	I	2	3	I	2	3
STEREO	3 - 0	9 - 2	3 - 2	0 - 4	5 - I0	0 - 2
	I - 4	0 - 5	0 - I	0 - I	5 - 3	2 - 2
	I - 0	6 - I0	I - 2	2 - 0	7 - 7	3 - 0
	4 - 3	0 - 7	0 - 3	6 - 3	7 - 6	6 - 2
		direct			inverse	

On voit que l'affirmation des appréciations atteint assez souvent des valeurs nulles ou maximales, les écoutes de qualité moyenne étant les plus favorables à la discrimination. Discordances direct - inverse toujours très importantes et pour des cas différents en mono et stéréophonie. Mais surtout aucune analogie entre ce tableau et le précédent établi pour l'écoute attentive.

Le test des signes appliqué comme ci-dessus ne montre une différence significative qu'au seuil de 20% pour I/2 et 45% pour 2/3 et I/3. Par conséquent, en écoute relâchée, la différence entre la qualité des enceintes paraît s'estomper; la qualité 2 se distingue cependant (au lieu de la qualité 3) pour la netteté des réponses.

On a relevé dans les 2 cas la répartition des notes attribuées

	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
SOUT	4	6	I3	I7	20	I6	I4	3	I	2	0
REL	I9	9	I8	I5	8	I2	5	4	0	2	4

qui montre une différence significative : plus grand nombre de valeurs nulles ou élevées en écoute relâchée, maximum très net en écoute soutenue.

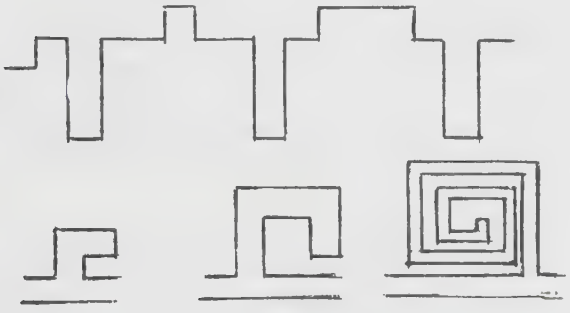
Il est donc très important de mettre en évidence l'effet de l'attention, dont la variation modifie beaucoup les résultats. On peut dire que le rôle de ce facteur est de mettre sous tension sélectivement certains réseaux cérébraux (162) ; leur choix dépend de la "qualité de l'attention" il s'agit de bien fixer celle-ci. Pour l'écoute attentive, les sujets ont été choisis et motivés pour qu'ils aient une attitude homogène devant l'effort à fournir. Pour l'écoute relâchée, on a remarqué au cours de l'essai qui précède le caractère par "tout ou rien" du relâchement obtenu en lisant un texte. L'attention se porte soit sur la lecture soit sur l'écoute et dans le premier cas les perceptions sonores restent à l'arrière-plan ou sont même inhibées.

Nous avons recherché un moyen d'obtenir un relâchement de l'attention tel que l'effet en soit stable.

Pour cela, on opérait au studio M sur des sujets isolés (en tout 6 personnes). Ceux-ci devaient effectuer simultanément les 2 tâches suivantes :

- reproduire sur une feuille de papier, par un graphique simple, les variations de niveau sonore appliquées par l'opérateur à une modulation sonore présentée au sujet.
- remplir une activité annexe dérivative.

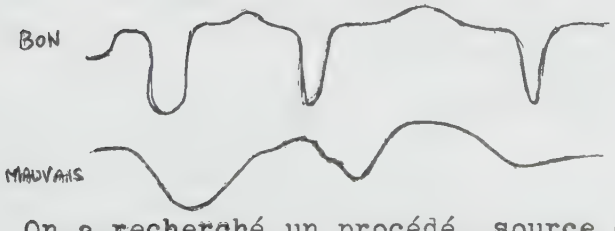
Il s'agissait de variations de niveau très simples, symbolisées ci-contre, assez lentes pour qu'après un court entraînement, l'exécution du test ne pose aucun problème.



Modulations employées :
chant, orchestre, bruit blanc.

Activités annexes :
lecture passionnante, lecture sans intérêt, dessin de grecques de complication croissante dont on devait soigner la régularité, séquences de points respectant une loi.

Les résultats étaient évalués d'après l'aspect du graphique remis par l'observateur (ci-contre un "bon" et un "mauvais" résultat) en considérant l'exactitude des paliers, les temps de réaction, la fermeté du tracé, le temps d'apprentissage pour arriver à une solution correcte.



On a recherché un procédé, source d'une perturbation importante, mais relativement stable des résultats (la lecture intéressante fournit des graphiques successifs incompatibles, des paliers sont supprimés, des creux remplacés par des bosses, etc...).

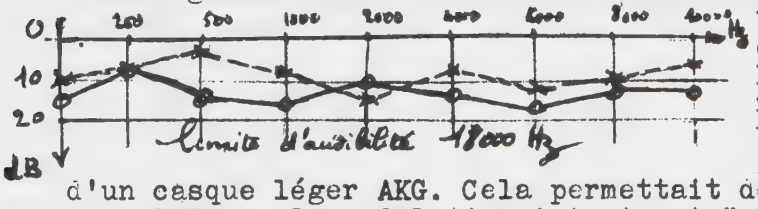
Pour conclure, la tâche complémentaire demandée aux sujets, et dont la valeur dérivative a été confirmée par l'ensemble de l'étude consistait à réaliser, de manière aussi régulière que possible en ce qui concerne le graphisme et le respect de la loi itérative, le dessin suivant :

I57 - Perturbation de l'ouïe

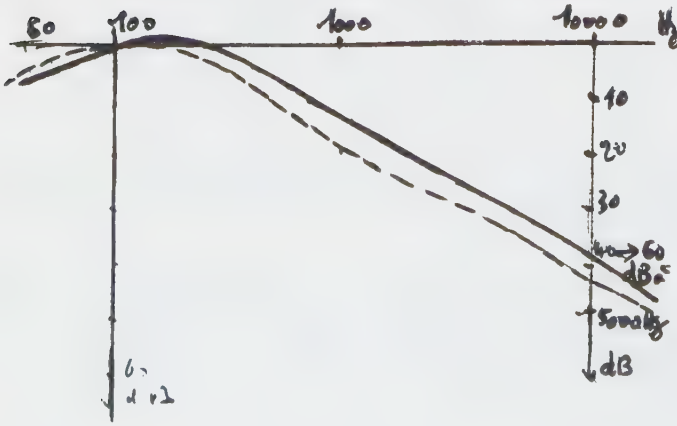
Le complexe d'écoute n'est défini que si l'on connait les propriétés de l'oreille, récepteurs périphériques et centres supérieurs inclus. Dans les théories modernes de l'ouie (163) le filtre auditif intervient à la place de choix et sa courbe de réponse conditionne la mise en mémoire des sensations ainsi que l'exploitation des données ainsi enregistrées; par suite de l'évolution des propriétés de l'oreille (presbyacousie mais aussi entraînement plus ou moins sélectif) il peut y avoir conflit entre mémoire permanente et mémoire phosphorescente; lors du processus de reconnaissance, conflit résolu par les centres supérieurs("compensation"). L'importance du filtre auditif est évidente pour la perception des transitoires et des partiels dont on a souligné (164)l'influence sur des propriétés du son liées au volume subjectif, donc probablement au niveau sonore.

L'influence de l'ouïe est d'une étude délicate; en effet les individus présentant des défauts auditifs s'y sont habitués, d'où compensation qui s'effectue de manière variable suivant le niveau de culture. On risque de confondre l'influence intrinsèque d'une courbe de réponse avec des réactions d'ordre intellectuel. D'où à priori la nécessité d'un très grand nombre de sujets âgés qui ne constituait pas un public accessible.

On a procédé de la manière suivante en utilisant un seul sujet, l'auteur de cette étude, qui a joué lui-même le rôle de sujet dans la plus grande partie des essais : après avoir vérifié que l'audiogramme était normal en l'absence de perturbation, on a réalisé une ouïe déficiente artificielle, de deux manières. Pour les premiers essais, la modulation était filtrée par un passe-bande (100-6000 Hz), puis on équipait l'auditeur d'un casque léger AKG. Cela permettait de faire des écoutes "ouïe normale" sur la modulation intacte et "ouïe perturbée" sur la modulation filtrée.



L'affaiblissement du filtre en dehors de la bande passante augmentait de 24 dB/octave. On a préféré utiliser ensuite des filtres plus raides (36 dB/octave) avec meilleure linéarité de phase et ceci nous a imposé l'emploi non seulement du casque, mais d'obturateurs d'oreille (boules "Quiès").Celles-ci étaient posées dans le conduit auditif avec une pression identique lors de chaque essai, repérée subjectivement, mais ce procédé, testé à l'audiomètre s'est avéré reproductible. Compte tenu des courbes de réponses des filtres, l'affaiblissement total apporté à l'audition était le suivant : A première méthode, B deuxième méthode.



Nota : La courbe B a été remontée pour être comparable à la courbe A au niveau zéro entre 100 et 250 Hz. Les essais réalisés avec les méthodes A et B ne correspondent pas exactement, et ne font pas partie du même plan expérimental. A niveau subjectif égal, le niveau physique pour A doit être abaissé de 8 à 10 dB (valeur trouvée pour les modulations utilisées et tenant compte des résonances sous le casque avec et sans obturateur de conduit auditif).

L'audition ainsi réalisée représentait, surtout pour B, à cause de la perte d'ensemble, un défaut très sévère non compensé par une adaptation progressive.

I58 _ Influence de la vue

L'introduction de la notion d'espace sonore a déjà mis en évidence les relations entre la vue et l'ouïe. Des remarques du même ordre ont conduit Kai von Fieandt (15) à une conception synthétique, l'ensemble des sens constituant un seul système où le rôle principal revient à la "sphère visuelle".

Ces relations profondes entre l'ouïe et la vision trouvent des résonances pratiques dans la sonorisation des salles. Les réalisations actuelles dans ce domaine sont, à n'en considérer que l'aspect sonore, défectueuses (165, 166), apportant une distorsion d'espace importante. Et cependant, grâce à la vue, l'effet global est convenable.

L'emploi fréquent de haut-parleurs en plafond, qui attaquent " à revers" l'espace subjectif est plus mal toléré (167) mais là encore la vue du conférencier capte l'attention et moyennant quelques précautions (réglage de niveau), ce dispositif peut être satisfaisant. Il en est de même pour l'ambiophonie (168), qui bien que faisant appel systématiquement à l'effet d'antériorité, réalise difficilement la simulation d'un auditorium virtuel. A contrario, l'on peut rechercher l'origine d'un certain malaise ressenti par les auditeurs de musique concevant les haut-parleurs comme des instruments, dans l'absence des points de repère visuels traditionnels.

Dans la présente étude, nous avons cherché à éliminer ce facteur vision. S'il n'était pas possible d'uniformiser à cet égard les différents locaux expérimentaux, l'aspect de ceux-ci a été maintenu constant malgré les utilisations multiples qui en étaient faites. Et ceci particulièrement pour le studio II4 et le studio A où l'on a repéré une fois pour toutes la disposition des meubles, panneaux absorbants et le réglage convenable de l'éclairage.

I59 - Dualité temps - espace

Les expériences de psychophysique sont soumises à des incertitudes accrues imputables à la variabilité des réactions individuelles, pour un même sujet ou entre sujets différents; cet aspect indécis se remarque déjà dans les essais les plus simples concernant par exemple l'établissement des échelles de sonie et de tonie, mais il prend une importance redoutable pour la perception de modulations.

On peut soit utiliser un grand nombre de sujets et réaliser un seul essai de grande ampleur spatiale S, ou bien quelques sujets seulement et prévoir, pour chacun d'eux, un grand nombre d'essais échelonnés dans le temps. D'où une grande ampleur temporelle T. Dans le premier cas, on peut si S est assez grand, obtenir une bonne précision, et de même dans le second si T est suffisamment long. Cela laisse prévoir une sorte de compensation de S par T qui pourrait s'exprimer, pour une précision donnée, par

$$S\,T = \text{Constante}$$

c'est-à-dire une relation analogue aux relations dites d'incertitude

$$\Delta\text{amplitude} \times \Delta t \text{ nécessaire à perception} = \text{Cte} \qquad (8\text{-}c)$$

et (68 b) $$\text{durée utile} \times \text{bande utile} \geq \frac{1}{\pi}$$

L'analogie ainsi mise en évidence est plus que formelle.

T varie par quanta (la durée d'une expérience), S aussi (le sujet). En fonction d'un critère pour la "valeur" de l'expérience, il est intuitif que le produit ST ne peut être aussi petit qu'on le désire et qu'il est donc borné inférieurement.

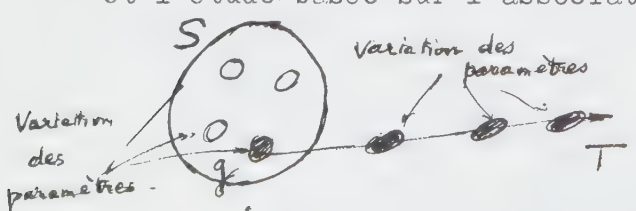
L'hypothèse est que l'on puisse définir l'équivalence de ces deux modes d'approche du problème. C'est en somme la transposition psychophysique de l'hypothèse ergodique (169) ; valable pour certains processus stationnaires; il revient au même dans un tel système d'observer à un instant donné et un grand nombre d'éléments ou de suivre l'évolution temporelle de l'un de ces derniers. $\overline{X_T}$ étant la moyenne temporelle de la grandeur X sur l'intervalle T, on a

$$\lim_{T \to \infty} \overline{X_T} = E\left[X(t)\right]$$

E désignant l'opérateur espérance mathématique.

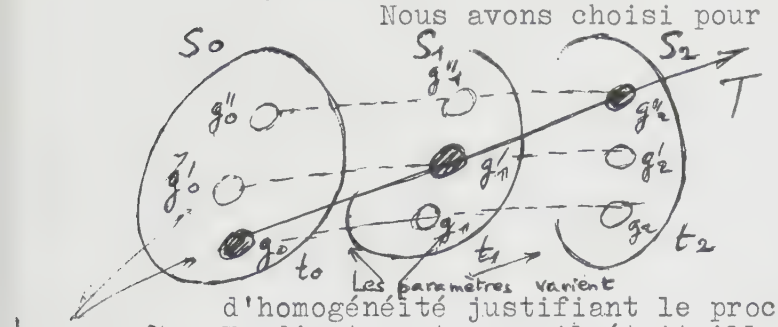
En réalité le problème est plus complexe; pour augmenter S, on doit faire des essais sur des groupes ce qui donne des résultats biaisés si le groupe est important . Lorsque T croît, la fatigue intervient et perturbe également les réponses; il faut se méfier aussi de l'accoutumance, de la routine, des idées préconçues, de situations psychologiques accidentelles, ces derniers arguments concernant aussi l'extension "spatiale". Les conditions d'écoute de plusieurs sujets travaillant ensemble sont différentes, d'où une nouvelle cause d'erreurs indépendante de l'effet de groupe. L'idéal est de prendre à la fois S et T suffisamment grands, c'est-à-dire de réaliser séquentiellement tous les essais sur un grand nombre de sujets en effectuant un brassage convenable de l'ordre des tests et des places occupées.L'ensemble des paramètres physiques sera repéré dans un espace vectoriel E_n à n dimensions, dont chaque point est un point expérimental. Ce qui précède s'applique à l'étude de différentes variétés de cet espace, les objections étant déjà valables pour des sous-ensembles à une dimension. Si l'on faisait varier plusieurs paramètres les difficultés théoriques de réalisation d'une expérience satisfaisante deviendraient beaucoup plus grands car le point expérimental se déplaçant sur des variétés à p dimensions, il serait pratiquement impossible d'étendre S de manière correcte (par exemple beaucoup de sujets dans de nombreuses conditions définies par "place X attention X local X modulation").L'augmentation de T soulève autant de difficultés car si l'on peut à la rigueur multiplier le nombre de points expérimentaux, on doit tenir compte des perturbations du sujet considéré.

De toutes façons, et d'expérience constante, les sujets sont souvent différents par nature et d'autant plus si l'on aborde des domaines aux frontières de l'esthétique; un système psychophysique ne peut être ergodique au sens strict. Il faut mettre en balance l'étude à partir de "groupes primaires" de sujets, g que l'on suit pendant T et l'étude basée sur l'association de ces groupes sur S. En prenant dans g un nombre convenable d'observateurs et dans S un grand nombre N de g, les sujets étant prélevés au hasard dans une population mère,on pourrait espérer obtenir un système pseudo-ergodique.



Dans le présent travail, nous avons, pour des raisons pratiques opté pour la solution temporelle. Prenant g = I, on étudiait le comportement du sujet pendant un cycle expérimental et recommençait l'essai r fois avec d'autres sujets. Dans certains cas où l'homogénéité était satisfaisante, on a pu faire une moyenne de ces essais individuels, d'où g = r, dans d'autres cas cela n'était pas possible (g=I), mais il en résultait des enseignements d'un ordre différent. L'étude fine de réactions individuelles était en effet la condition d'une

bonne réalisation des essais collectifs, destinée à l'étude systématique et concomitante d'un nombre élevé de paramètres.



Nous avons choisi pour les essais sur publics nombreux une méthode mixte, de type ST, réalisant les essais caractérisés par les points successifs de la p-variété de paramètres au moyen de groupes g, g', g", de sujets n'étant pas forcément identiques. On a admis que les groupes primaires étaient prélevés au hasard sur une population-mère gaussienne et prévu des tests d'homogénéité justifiant le procédé employé dit à "sujets glissants". En d'autres termes il était illusoire de penser que les sujets g auraient eu un comportement plus représentatif en g_1 et g_2 aux expériences t_1 et t_2 que d'autres sujets g'_1 à t_1 et $g"_2$ à t_2. Ceci parce que la variabilité inter et intra-individuelle était du même ordre, comme cela résultait d'un certain nombre d'essais préalables, et de précautions expérimentales. Pour des raisons pratiques, nous avons dû nous limiter à $g = 2$.

I6 - PRINCIPES DE REALISATION

Dans cette étude on agit sur des paramètres physiques, qui seront repérés dans un espace vectoriel à n dimensions E_n. Ces paramètres ont un correspondant subjectif qui sera désigné de la même manière. Ces paramètres psychologiques constituent un ensemble dont nous essaierons d'approcher la structure, ensemble que l'on désignera souvent sous le nom d'espace d'ordre n, E_n. En résulte de l'application, non bijective, de E_n sur la subjectivité, et E_n n'est pas un espace vectoriel. Cette propriété apparaîtra au fur et à mesure du développement des essais.

Nous avons effectué dans cette étude, des expériences individuelles(réalisées au studio M) destinées à la justification précise du choix des paramètres, à la connaissance de l'ordre de grandeur des difficultés soulevées, et à l'élaboration des méthodes permettant la réalisation d'expériences statistiques portant sur un public assez nombreux.

Rappelons ci-dessous les paramètres utiles :
- niveau électrique au potentiomètre
- niveau acoustique près des auditeurs
- relief sonore
- qualité des enceintes et haut-parleurs
- degré d'attention
- bande passante
- local
- place occupée par le sujet
- nature des modulations
- qualité de l'ouïe

On considérera enfin systématiquement l'influence de la durée Δt des présentations sonores. La mise en évidence de l'influence de ces paramètres résulte du caractère progressif des essais, s'inspirant de la méthode d'approche en mosaïque de Bekésy (170a)
On peut résumer ainsi le programme expérimental :

Essais individuels

Essais préliminaires concernant le phénomène général de la régulation de niveau, relief sonore, influence prévisible du local. Examen des réactions d'un auditoire lorsque l'on pose la question d'une échelle de qualité.

Etude de l'importance du niveau et de la variation de niveau lorsque l'on modifie le contexte sonore.

Recherches concernant la notion de distance entre modulations

complexes. Possibilité éventuelle de percevoir celles-ci comme un tout et repérage au moyen d'une échelle de bruit.

Essais préliminaires sur l'intégration temporelle des perceptions dans la perspective de la régulation d'un niveau sonore

Etude plus précise de la correspondance objectif-subjectif; introduction aux essais statistiques.

Caractéristiques des modulations, genres, types dynamiques, types spectraux, recherche de critères permettant une classification des modulations; premiers essais sur les modulations hétérogènes, comportant l'enchaînement de deux "séquences" différentes.

Définition de l'indice dynamique, étude systématique d'une échelle numérique correspondant à l'impression subjective de dilatation ou de compression de la dynamique. Notion de contrainte.

Etude systématique d'un exemple concret de reproductibilité; comparaison de la variabilité intra ou inter-individuelle.

Essais complémentaires sur les enchaînements et la dynamique. Recherches sur les échelles de niveau utile, influence de t sur le taux de contrainte subjectif, équivalence de divers types de régulation.

Cette série clôt les essais d'approche individuels.

Essais statistiques

Généralités sur les essais statistiques. Mise en pratique des enseignements recueillis précédemment.

Enchaînements - Généralités - Rôle de la durée.

Enchaînements - Influence du bruit.

Enchaînements - Echelles de bruit rose

Dynamique - Echelons de distance

Régulation de niveau - Propriétés locales.

Régulation de niveau - Propriétés globales.

Nous nous sommes efforcés de dégager peu à peu les éléments d'une conception d'ensemble de la régulation du niveau, dominée par les notions complémentaires d'échantillonnage et de perception globale, inspirée par les remarques des psychologues sur l'équivoque. Appliqué au domaine des sons, ce concept traduit le fait que la perception en est différente suivant le contexte et la polarisation subjective (voir par exemple 171).

Nos remarques personnelles concernant ces phénomènes ont d'ailleurs été le germe du présent travail.

2 - ESSAIS PRELIMINAIRES

Nous avons groupé sous ce titre trois expériences permettant de situer la complexité du problème et d'en dégrossir les approches :

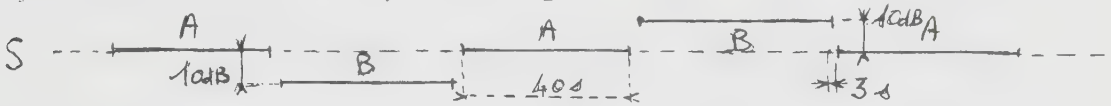
- Etude des réactions d'ensemble d'un sujet à une succession de présentations sonores variées simulant une modulation hétérogène, composée d'extraits de genres différents musique, parole, variétés....

- Justification d'un schéma expérimental de base, cadre de référence pour la progression des essais. Premières indications sur l'opportunité d'étudier l'effet d'un certain nombre de paramètres.

- Enquête sur les modalités d'appréciation concernant le complexe d'écoute, notion d'échelle subjective serrant de plus près la réalité que les trop schématiques jugements dichotomiques ("bon - mauvais"). Nombre d'échelons de sensibilité.

2I - SIMULATION D'UNE MODULATION COMPLEXE HETEROGENE

Cette première étude, réalisée au studio M visait uniquement l'observation du comportement de divers sujets devant un ensemble de plusieurs modulations, telles que la suite S



pour laquelle nous avons employé une représentation qui servira souvent :

un trait horizontal correspond à un réglage fixe du niveau moyen (traduit par une position fixe du potentiomètre général de prise de son), une dénivellation correspond à une variation, évaluée en dB électriques, de ce niveau moyen et repérée par un déplacement sur l'échelle du potentiomètre.
En abscisses, le temps.

6 suites différentes avaient été préenregistrées

	A	B
S_I	Ouverture de Coriolan (M)	Parlé (P) Lettres de mon Moulin)
S_2	Ouverture de Coriolan (M)	Ouverture tragique de Brahms(M')
S_3	Parlé (P) (Lettres de mon Moulin)	Dramatique (Cathie..) (D)
S_4	Chant (Joan Sutherland)(C)	Ouverture Brahms (M')
S_5	Dramatique (Cathie..) (D)	Dramatique (Risques et Périls)(D')
S_6	Concerto Vivaldi (M")	Chant variétés (Dorothée..) (C')

Ce plan d'expériences portant sur une assez grande variété de modulations comporte donc les successions :

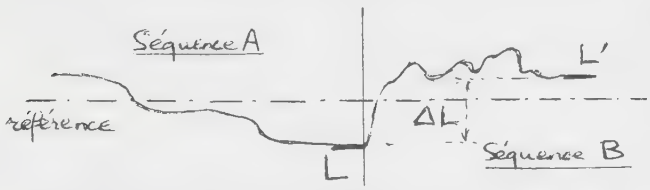
M P M P M
M M' M M' M
P D P D P
C M' C M' C
D D' D D' D
M" C' M" C' M"

qui permettent de tester les passages A B et B A en creux (⌐¬) ou en relief (⌐).

Les variations nominales de niveau étaient déterminées par rapport à un réglage initial, équilibrage de niveau subjectif des différentes séquences, jugé par des observateurs entraînés constituant un "public de référence".

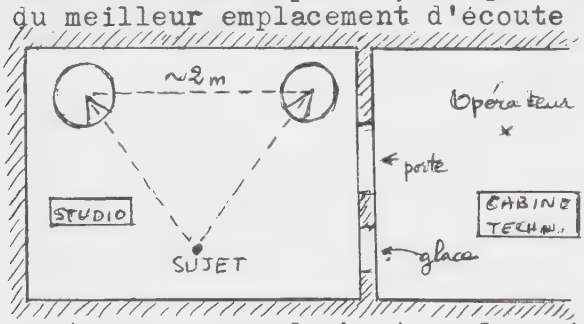
Le sujet, disposant lui-même du potentiomètre expérimental (P.E.) placé devant lui dans le studio M devait régler d'une manière continue le niveau sonore, à sa guise. Des réglages préalables avaient permis de déterminer un niveau préférentiel de base, choisi par le sujet. Ce niveau était du même ordre pour tous (75 dB.A.).

Le déplacement du P.E. était enregistré sur appareil B.K. D'où un graphique dont un élément peut se représenter ainsi, d'après la convention précédente:



On a noté plus particulièrement la variation ΔL du niveau électrique repérée sur le P.E. et le niveau L en fin de séquence repéré par rapport à une référence (les réglages d'amplifications étant tels que l'enregistrement sur papier paraffiné reste toujours dans la plage utile).

Le but de cet essai était, le plus grand nombre possible de paramètres étant fixés, de mettre en évidence le comportement du "canal auditif" (172) . Les présentations ont été faites en monophonie et en stéréophonie, ce qui a nécessité une détermination précise du meilleur emplacement d'écoute (173) .



L'opérateur pouvait observer le sujet à travers une glace double d'isolation phonique suffisante et vérifier la bonne orientation de la tête, dont l'importance est très grande, non seulement en stéréophonie (174) , mais aussi pour l'écoute monophonique; l'auditeur devait alors se tourner vers le haut-parleur A, pour ne pas trop avantager l'oreille la plus proche de la source sonore (175) .

5 sujets, étudiants, ont été employés; ils étaient familiarisés avec la régulation du niveau, car pour une personne non prévenue, il s'ensuit des erreurs systématiques dues à la maladresse (chute systématique du niveau sonore avec rattrapages brutaux).

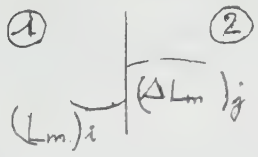
Les 6 suites Si étaient présentées successivement d'abord en stéréo, puis en mono. Deux minutes de repos étaient prévues entre chaque suite et un quart d'heure de pause au milieu de la séance qui durait donc environ Ih30.

Résultats :

Ils sont résumés par le tableau 2 et la figure IO.

Le premier donne, pour chaque sujet et pour chaque séance, en mono et en stéréo, les valeurs numériques de ΔL et de L . On remarque que, pour chaque suite, le niveau choisi lors du test pour le premier essai n'est pas exactement le même pour chaque sujet et que les opinions ne sont pas concordantes selon la suite choisie. La moyenne des résultats des 5 sujets, indiquée sur le tableau IO est elle-même d'une interprétation difficile.

C'est pourquoi on a représenté sur la figure IO, le diagramme des niveaux. Portant en ordonnées pour chaque suite et chaque séquence les Δ L et L moyens à l'instant de chaque transition et joignant par une droite les points correspondants, on obtient des tracés schématisant la correction de niveau apportée réellement par les auditeurs. (la correction théorique étant le double créneau ⊓⊔⊓).



L'allure générale des diagrammes moyens présente une bonne cohésion malgré la liberté d'interprétation dont ont fait preuve chaque sujet.

On observe :

- une légère tendance à la baisse de niveau, au cours de la majorité des séquences individuelles, et sur l'ensemble de la suite choisie.
- une tendance globale à terminer cette suite en compensant partiellement cette baisse de niveau, surtout au cours du dernier enchaînement, ou de la dernière séquence.
- dissymétrie des réactions dues aux bosses (créneaux positifs ou aux creux (créneaux négatifs), la correction des créneaux négatifs par relèvement du niveau est plus timide que celles nécessitant une diminution de niveau. En règle générale, l'observateur "craint" les forte excessifs.
- La compensation de niveau est meilleure en MONO qu'en STEREO le niveau électrique de règlage est supérieur, la "tendance à la baisse" systématiquement moins forte. Les lois régissant la régulation de niveau en mono et stéréophonie paraissent - donc - nettement différentes, ce qui s'explique si l'on prend en compte la correspondance intime, pour l'audition, entre l'évaluation du niveau et la localisation spatiale (176) ; en monophonie, l'auditeur serait en présence d'une localisation en profondeur plus conventionnelle et sa perception du niveau serait différente, alors que l'écoute stéréophonique se rapprocherait de l'écoute naturelle.
- On remarque aussi la précision de la correction globale du niveau (d début à la fin de chaque suite), souvent très faible, surtout en monophonie : cela montre une bonne mémoire du niveau de base et sa persistance tout au long des 4 minutes que dure l'essai milite en faveur d'une importance subjective particulière au niveau moyen.
- Enfin ces diagrammes présentent une grande similitude, surtout en mono (en particulier S_4 à S_6), ce qui laisse supposer une influence modérée des types d'enchaînements classés selon les genres artistiques.

L'observation du vumètre de contrôle a montré une certaine disparité entre l'indication nominale et le niveau sonore. A indications égales la parole semblait plus forte que la musique; c'est d'ailleurs une observation générale (177) qui semble cependant, selon notre expérience dépendre beaucoup du niveau réel d'écoute. D'ailleurs le terme "indications égales" peut s'entendre du niveau moyen ou du niveau de"quasi-crête". Il est certain que l'importance de celles-ci, très nombreuses pour la parole, est d'un autre ordre pour la musique.

Mais les enseignements les plus importants de cet essai ont été d'ordre subjectif, obtenus en questionnant les observateurs :

- On a noté la facilité avec laquelle ils se sont adaptés à ce travail. Ils déclaraient rechercher une ambiance sonore agréable caractérisée par une force sonore constante.
- Les sujets réagissaient très vite aux erreurs d'enchaînement lorsque la perturbation (créneau ⊓⊔ ou ⊔⊓) s'était produite, ils règlaient la dynamique en écoutant "localement", c'est-à-dire en considérant chaque tranche de temps

mais avec le souci d'obtenir une force sonore constante, repérée par le niveau subjectif de la première séquence. Dans la perception des battements et bien que le phénomène soit assez complexe, l'ouïe est d'abord sensible à la variation de l'amplitude globale (178) . Il semble qu'il en soit de même dans le cas des modulations, où une impression de force sonore d'ensemble serait perçue en premier lieu.

Enfin l'importance des problèmes esthétiques a souvent été évoquée, importance de la nature des séquences, de leur durée, de leurs niveaux relatifs; possibilité de concevoir comme une oeuvre achevée l'ensemble de séquences différentes.

En conclusion ce premier essai a montré la variété des réactions individuelles, la possibilité d'obtenir une cohérence d'ensemble moyennant des explications convenables, l'importance des conditions d'écoute au sens le plus général et l'intérêt de l'étude parallèle mono et stéréophonique.

On devra porter une attention particulière à l'intervalle de temps Δt sur lequel sera défini le niveau moyen. C'est-à-dire la durée nécessaire pour que l'impression globale de niveau soit définie dans l'esprit de l'auditeur. Nous verrons que rien ne permet d'affirmer l'égalité du niveau subjectif "moyen" et du niveau physique moyen

Les différences de niveau et celles qui affectent la pente des graphiques paraissent peu importantes, mais leur signification dépend d'un ensemble d'appréciation; si l'on fait intervenir le caractère esthétique, des variations nominalement faibles peuvent conduire dans certains cas à des différences considérables de jugement. La première indication de l'essai précédent paraît être que le caractère plus ou moins significatif de la régulation de niveau ne va pas se traduire par des différences importantes sur le niveau physique ou la rapidité de sa variation.

$$\bar{L} = f(\text{signif.L}) \qquad \frac{d\bar{L}}{dt} = g\ (\text{signif L})$$

f et g étant des fonctions à variation lente, définies sur un ensemble "signif. L" dont nous admettons qu'il peut être pratiquement appliqué sur une échelle linéaire de préférences.

Le traitement correct des problèmes concernant la régulation du niveau sonore devrait comprendre l'étude d'une suite de modulations différentes considérée dans sa totalité. Il se présente ici une très grosse difficulté, celle qu'apporte le libre arbitre de celui qui concevrait une telle suite. Les questions esthétiques seraient alors primordiales et la constitution du matériel expérimental tout à fait contestable, puisque fixant matériellement une optior esthétique à priori. Une telle étude dépasserait très largement le domaine psychophysique. On peut dire que l'étude théorique de la modulation hétérogène la plus générale est un problème d'esthétique. Son étude pratique est une question technique liée en particulier à des impératifs concernant la transmission.

Le présent travail a été consacré aux modulations homogènes (un seul extrait d'une seule "oeuvre") et aux transitions entre deux modulations homogènes, pour lesquelles on peut faire encore intervenir la notion de perception globale d'une manière relativement objective.

22 - ELABORATION DU SCHEMA DE BASE DES ESSAIS STATISTIQUES.

Nous avons retenu des essais précédents l'importance du relief, du niveau sonore d'ensemble, de la qualité des enceintes d'écoute et celle probable du degré d'attention. Pour confirmer ces points et ouvrir la voie à l'étude systématique de l'influence de ces paramètres, nous avons effectué une première expérience de type statistique, portant sur les transitions acoustiques, autrement dit les "enchaînements".

22I - Principe de réalisation.

Cet essai a été exécuté au studio II4 et mis à profit pour tester l'importance de l'ambiance, ainsi que du silence $\Delta\theta$ entre modulations composant l'enchaînement.

Nous utilisons 8 échantillons variés, durée 20 secondes, choisis pour être enchaînés cycliquement sans hiatus inacceptable.

I - Bruit Rose
2 - Bruit usines Renault
3 - Piano
4 - Speaker
5 - Quatuor à cordes
6 - Chant
7 - Comédiens
8 - Trompes de chasse

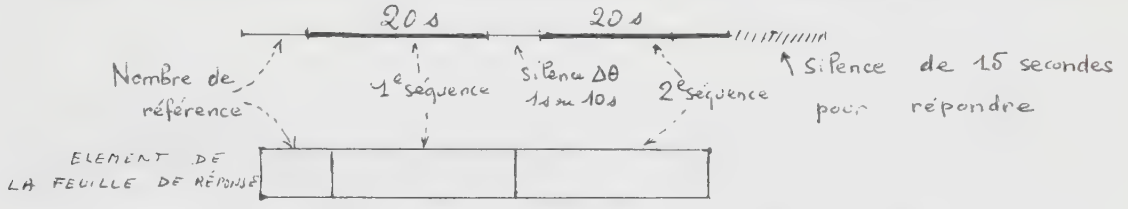
et réalisions les transitions

I-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-I

la deuxième séquence étant affectée de variations de niveau (électrique)

0, ± 2 dB, ± 4 dB, ± 6 dB

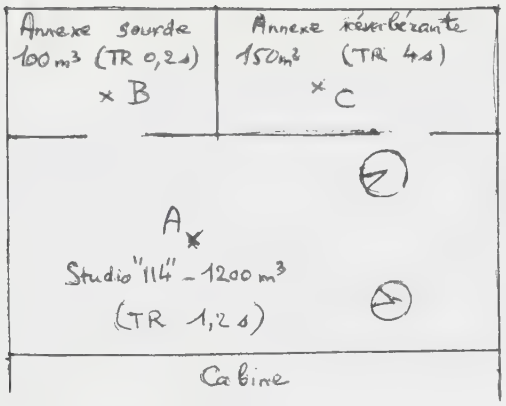
par rapport à un état d'équilibre, obtenu à un niveau acoustique d'ensemble de 75 dB, pour un public "étalon" de référence.
D'où 8 x 7 transitions acoustiques différentes, arrangées suivant un ordre tiré au hasard, et identifiées par un repère de I à 56.



On demandait aux auditeurs d'indiquer par une croix la présentation dont le volume sonore paraissait le plus important. Le terme plus ou moins fort avait été évité, pour ne pas créer d'idées préconçues, excluant toute perception esthétique; on expliquait aux observateurs ce dont il s'agissait, une impression d'ensemble de force sonore se traduisant par un état d'occupation plus ou moins important de l'espace subjectif. Le résultat pratique était l'impression réelle de force sonore.

Les jugements douteux étaient admis (une croix dans chaque case), mais déconseillés car leur existence est toujours une source de difficultés (39 c) , que l'on a tournées en adoptant un indice incluant de tels jugements dans les données.

Deux types de haut-parleurs étaient utilisés ("Qualité", 3 canaux, et "Ordinaire" "Sphères de 40 cm").



Deux niveaux sonores d'ensemble étaient prévus

fort	80 dB (A)
faible	60 dB (A)

et trois emplacements A, B, C, destinés à étudier l'effet du champ sonore.

A était situé le mieux possible pour l'écoute stéréo, donc dans des conditions de "distance de réverbération" adéquates (179) (pas forcément d'ailleurs idoines en monophonie), permettant d'apprécier la qualité des modulations, généralement associée à leur caractère "vivant" (180). Le choix du meilleur emplacement d'écoute, ainsi que celui des haut-parleurs est d'ailleurs beaucoup plus difficile qu'on ne pourrait le penser, du moins si l'on consacre, comme on se l'est imposé dans ces essais, le temps nécessaire à un réglage fin, question "d'oreille". La meilleure disposition est définie à quelques centimètres près, et l'orientation au degré près; ce fait est certainement lié à la structure fine du champ des salles, (Bladier 181) et aux modes propres de résonance de la salle, qui en raison de la variation rapide de la phase au voisinage des fréquences correspondantes (878), sont particulièrement significatifs en stéréophonie. Des repères matériels ont été placés sur le sol pour reproduire exactement la disposition d'une séance à l'autre.

On avait choisi les places B et C, non pour étudier l'écoute dans différents locaux, mais simplement pour faire varier l'ambiance environnant l'auditeur. On agissait d'une part sur la réverbération locale, dont la perception est renforcée par la directivité des oreilles (182) et l'on supprimait tout l'effet dû à la directivité des haut-parleurs qui agit puissamment sur la couleur sonore (183). B et C étaient placés dans les alvéoles sourd et réverbérant, couplés avec le studio, disposition défavorable pour la parole mais non, en principe pour la musique (184), en raison de la multiplication des fréquences propres.

L'effet principal de ces variations d'ambiance était un enrichissement en graves pour B, surtout sensible pour la parole (185) et, pour C, un élargissement considérable des "pointes" de la parole; le niveau de celles-ci étant en relation avec celui des séquences musicales, (62) une influence sur la perception des transitions correspondantes était prévisible.

Ces dispositions revenaient en somme à faire varier la structure de l'espace subjectif, les modulations étant surtout réparties dans le cône de vigilance pour A, et de manière plus large pour B et surtout pour C. Il en résulte un effet de séparation des séquences plus important en ce qui concerne les volumes subjectifs, mais moins net car il prend alors naissance dans des zones moins sensibles de l'espace sonore.

Les niveaux sonores globaux, réglés pour A étaient naturellement différents en B et C, d'une part physiquement, d'autre part subjectivement, ceci étant lié à la réponse transitoire des salles (186). Pour le niveau faible on n'a pu faire l'essai qu'à l'emplacement A, les modulations étant trop peu audibles en B et C.

L'attention avait été soutenue, ou relâchée, par la lecture de pages passionnantes. De la cabine, on pouvait observer A, B, C et

communiquer par signaux, ce qui permettait, bien que la lecture provoque une distraction trop grande ou trop faible, d'y remédier en surveillant les sujets. Par la suite, on a mis au point le procédé indiqué plus haut, qui peut admettre un contrôle a postériori (qualité du dessin, respect de la loi itérative).

Le plan factoriel pouvait donc être résumé ainsi :

mono stéréo	fort faible	qualité ordinaire	soutenu relâché	long faible	A B C

Trois sujets étaient prévus pour chaque "point expérimental", dans quelques cas, deux seulement ont pu être utilisés. Pour cet essai introductif, et en raison du caractère très simple de la question posée, on a admis l'homogénéité de l'ensemble des sujets, qui fut corroborée par les tests réalisés dans la suite de l'étude.

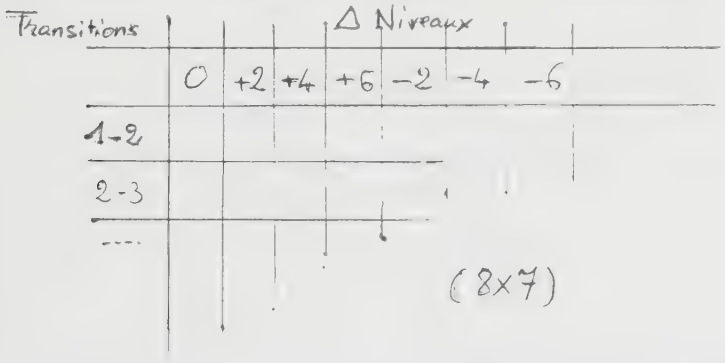
222 - Principe du dépouillement.

Supposons que, pour une transition acoustique donnée, n_I, n_2 n_3 observateurs jugent que la Ie séquence est plus forte, que la 2e est plus forte, que les deux sont équivalentes - ($n_I + n_2 + n_3 = n = 3$, except. 2).

On ramène, par commodité, les observations au nombre de IO sujets. Soient :

$$p_I = \frac{n_I}{n} \times IO \qquad p = \frac{n_2}{n} \times IO \qquad p = \frac{n_3}{n} \times IO$$

Les feuilles de dépouillement, après "redressement" (décodage de l'ordre au hasard) se présentent sous la forme suivante. Le diagramme schématique des niveaux est

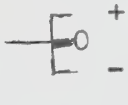


pour la Ière colonne

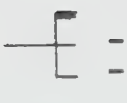
pour les 3 suivantes

pour les 3 dernières.

Nous affecterons chaque réponse d'un multiplicateur α traduisant l'écart à la réponse nominale, soit



+ I p_2 pour la Ie colonne (+I si la 2e séquence est notée plus forte)
0 p_3
- I p_I



0 p_2 pour les 2e, 3e, 4e colonnes (-2, -I, si la 2e séquence est notée plus faible ou égale)
- I p_3
- 2 p_I

2 p_2 pour les 5e, 6e, 7e colonnes (2, I, si la 2e séquence est notée plus forte ou égale)
I p_3
0 p_I

O correspond dans les 3 cas à la réponse de référence; les valeurs absolues de α sont d'autant plus grandes que l'on s'en éloigne, ceci n'étant pas le reflet d'une "erreur" mais de conditions d'écoute différentes.

On choisira un indice $i = \sum p_\lambda \alpha_\lambda$, soit :

$$i = \begin{cases} -\ p_1 + p_2 & \text{pour la Ie colonne} \\ -\ 2p_1 - p_3 & \text{pour les 3 suivantes} \\ 2p_2 + p_3 & \text{pour les 3 dernières} \end{cases}$$

i est donc d'autant plus grand algébriquement que la 2e séquence est jugée plus forte que la référence.

Cet indice de signification ne prend que des valeurs discrètes, qui peuvent correspondre, comme le montre le dénombrement des cas possibles, à I ou 2 combinaisons de réponses (par exemple deux écarts "I" au lieu d'un écart "2", ou compensation d'écarts négatifs par des écarts positifs). On peut admettre la logique de cette compensation, d'autant qu'à des indices différents correspondent des cas strictement différents.

	n_1	n_2	n_3
	- I	0	I
- I0	3		
0		3	
I0			3
- 6,6	2	I	
- 3,3	2		I
- 3,3	I	2	
3,3		2	I
6,6	I		2
3,3		I	2
0	I	I	I

	n_1	n_2	n_3
	- 2	- I	0
- 20	3		
- I0		3	
0			3
- I6,6	2	I	
- I3,3	2		I
- I3,3	I	2	
- 6,6		2	I
- 3,3	I		2
- 6,6		I	2
- I0	I	I	I

	n_1	n_2	n_3
	0	I	2
0	3		
I0		3	
20			3
3,3	2	I	
6,6	2		I
6,6	I	2	
I3,3		2	I
I3,3	I		2
I6,6		I	2
I0	I	I	I

$$\left(i = \frac{I0}{3} \sum \alpha_i n_i \right)$$

223 - Résultats.

L'ensemble des réponses paraît d'interprétation complexe et l'on n'y discerne pas de loi évidente, sauf l'influence de la nature des transitions et une tendance au nivellement (les indices sont négatifs dans les colonnes ⌐ et positifs dans les colonnes ¬ .

Exemple de deux tableaux, correspondant à des jeux opposés de paramètres :

(Mono, Fort, Qual, Sout, $\Delta\theta$ long)

	0	2	4	6	-2	-4	-6
I-2	I0	- 3,3	0	-3,3	I0	6,6	I0
2-3	- 3,3	-I0	0	0	6,6	3,3	0
3-4	6,6	0	0	0	I3,3	I0	3,3
4-5	6,6	0	0	0	I0	0	3,3
5-6	6,6	- 6,6	0	0	0	0	0
6-7	- 6,6	-I0	-6,6	0	0	0	0
7-8	I0	0	0	0	20	6,6	20
8-I	-I0	-I0	-3,3	0	0	0	0

(Stéréo, faible, Ordin, Rel, $\Delta\theta$ court)

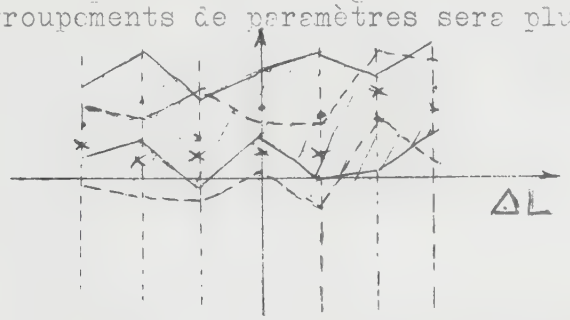
	0	2	4	6	-2	-4	-6
I-2	I0	-20	0	0	0	0	0
2-3	I0	0	0	0	20	I0	I0
3-4	-I0	0	0	0	0	0	0
4-5	I0	0	0	0	20	I0	0
5-6	I0	-20	0	-20	0	0	0
6-7	0	-I0	0	0	20	0	0
7-8	I0	0	0	0	I0	0	0
8-I	0	0	-20	0	I0	0	0

Malgré la structure cyclique du plan d'expériences il n'a pas été possible de mettre en évidence une combinaison des indices de chaque colonne susceptible d'interprétation simple. Les transitions paraissent se comporter individuellement.

Pour obtenir des comparaisons utiles on a calculé des moyennes portant sur différents sous-ensembles de résultats.

ETUDE DES MOYENNES

Les dispersions sont assez importantes (de l'ordre de 5) mais différentes selon les valeurs de ΔL, (minimales pour $L = +6$ La comparaison des régressions de i en ΔL (187a) pour plusieurs groupements de paramètres sera plus difficile et fonction des écarts constatés. Toutefois en introduisant les lois de variation sur les 7 valeurs de ΔL et traçant les zones à $\pm \sigma$ encadrant les courbes de régression, nous admettrons qu'une différence entre des jeux de paramètres P_1 et P_2 sera significative lorsque ces zones seront nettement distinctes, même si elles se recouvrent partiellement. Des tests plus précis seront introduits dans la suite de l'étude.

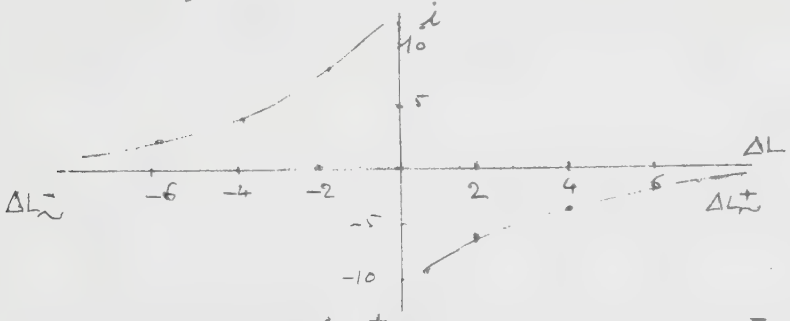


Moyenne générale

ΔL	0	+2	+ 4	+6	-2	-4	-6
i	I,4	-6,0	-3,3	-I,4	8,3	4,8	3,0

Ce tableau confirme les conclusions précédentes sur l'influence des niveaux.

On remarque, et il en sera de même dans les tableaux suivants, que i se rapproche de zéro lorsque ΔL croît, ce qui est bien la tendance correcte à l'appréciation d'une deuxième séquence effectivement trop forte ou trop faible. En extrapolant, une dénivellation de 8 à 9 dB donnerait un indice nul et c'est pourquoi, dans les expériences ultérieures, on a introduit une telle amplitude de ΔL.



On voit aussi que pour $\Delta L = 0$, $i = I,4$, donc approche zéro et qu'il n'en est plus de même pour ΔL faible. En extrapolant on trouverait pour $\Delta L = 0$ un i très important, de l'ordre de IO pour $\Delta L^+ = 0$ et de I5 pour $\Delta L^- = 0$ (on note donc une dissymétrie). Il semble donc qu'une manipulation de niveau [illegible] pratiquée sur un enchainement [illegible] entraine un hiatus dans le mode de perception qui passerait d'une perception globale spontanée des deux séquences, à une perception globale élaborée en apportant une correction subjective à la deuxième séquence. Pour $\Delta L = 0$, se produirait une sorte de résonance entre le phénomène sonore et la subjectivité, correspondant à l'uniformité; une nouvelle "résonance" se retrouverait pour une dénivellation importante correspondant à un caractère hétérogène très net.

Mono - Stéréo

On compare les moyennes de toutes les réponses "mono" à la moyenne de toutes les réponses "stéréo" (donc toutes transitions

comprises)

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ MONO	0,8	-8,8	-4,0	-I,7	8,0	5,7	4,2
$\bar{i}$ STEREO	I,8	-4,7	-2,5	-I,2	8,7	3,8	I,8

Les valeurs absolues sont plus grandes en mono qu'en stéréo dans la plupart des cas. Une valeur nulle de i serait atteinte pour des ΔL nettement plus grands en mono qu'en stéréophonie.

On peut donc déjà conclure à une influence très nette du relief sonore, même en tenant compte de la dispersion.

Fort-faible, place A

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ FORT A	2,2	-5,3	-3,0	-0,9	8,6	4,9	4,0
$\bar{i}$ faibleA	0,7	-7,0	-3,8	-2,8	6,7	3,6	2,3

(i) FORT (i) faible pour $\Delta L < 0$, le contraire pour $\Delta L > 0$.

Donc influence du niveau assez nette, malgré les dispersions.

Fort A,B,C.

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ FORT A	2,2	-5,3	-3,0	-0,9	8,6	4,9	4,0
$\bar{i}$ FORT B	I,0	-6,4	-3,2	-I,0	8,5	5,0	3,I
$\bar{i}$ FORT C	I,5	-5,4	-3,4	-I,0	9,3	5,7	2,7

Différences nettement moins grandes qu'entre fort et faible, et même douteuses, malgré la différence d'ambiance entre ces trois places.

Qualité, Ordinaire

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ Qual	I,3	-6,4	-3,3	-I,5	8,8	4,9	3,6
$\bar{i}$ Ord	I,4	-5,7	-3,5	-I,4	7,9	4,7	2,5

Influence d'ensemble apparemment très faible, mais en considérant les transitions individuellement, on trouve des effets très nets.

Soutenu, Relâché

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ Sout	I,I	-5,8	-2,9	-I,5	8,2	4,6	2,8
$\bar{i}$ Rel.	I,6	-6,3	-3,8	-I,3	8,4	5,0	3,3

Différences très faibles dans l'ensemble.

$\Delta\theta$ court, $\Delta\theta$ long

Δ L	0	+2	+4	+6	-2	-4	-6
$\bar{i}$ court	I,4	-6,2	-7,0	-I,4	7,9	4,5	2,8
$\bar{i}$ long	I,3	-5,9	-3,I	-I,5	8,7	5,0	3,3

Effet très faible; mais très net pour la transition I-2

Remarque : les résultats ci-dessus concernent l'influence moyenne et ne seraient absolument corrects que si l'on pouvait considérer les transitions comme échantillon au hasard d'une population gaussienne; sinon la comparaison des paramètres de tendance centrale conserve un sens, mais l'on ne peut induire de cette étude que des indications en ce qui concerne l'ensemble de toutes les modulations hétérogènes. Tel était d'ailleurs le but recherché.

On ne doit pas en particulier, à cause de la similitude des moyennes, renoncer à l'étude des paramètres correspondants, car l'examen de tous les résultats montre que pour certaines transitions certains effets, négligeables en moyenne, peuvent être très importants ($\Delta\theta$, Qual,...). Quoi qu'il en soit, lors des plans d'expériences statistiques ultérieures, nous avons cherché à utiliser un grand nombre de modulations aussi variées que possible pour obtenir des conclusions ayant un certain caractère de généralité; et malgré la lourdeur de la présentation des résultats, l'analyse des cas individuels a été faite.

Le présent essai a montré, en effet l'insuffisance de l'étude, même approfondie, d'un cas particulier, ainsi que celle se limitant aux moyennes.

Calculs complémentaires

I°) On a estimé la moyenne générale de tous les cas (136 α), portant donc sur 56 x 64 = 3584 données.

$$\hat{\sigma} = \frac{N}{N-I}\,\sigma = 7,69$$

$$m' = 0,95$$

Intervalle de confiance à 95%

$$0,7I < \hat{m} < I,I9$$

Comme il existe autant de Δ L positifs que négatifs, l'estimation portant sur un nombre aussi important de données devrait inclure zéro. Ce n'est pas le cas, on peut en déduire, quant à leur effet subjectif, une dissymétrie globale des Δ L positifs ou négatifs

2°) Répartition des résultats

-20	-I5	-I0	-6,6	-3,3	0	3,3	6,6	I0	I5	20
93	I0I	20I	229	I56	I59	282	333	I29	I63	
					I738					

La dissymétrie évoquée est confirmée. Le nombre important de zéros est en partie seulement imputable à la définition de l'indice. La compensation de jugements contraires ne se produit que rarement. On peut affirmer que sur l'ensemble des cas expérimentaux, la réaction nulle est la plus fréquente et ceci, même pour des Δ L importants, comme le montre l'examen des feuilles de réponse.

ETUDE STATISTIQUE

Pour appliquer les méthodes statistiques, nous avons groupé un nombre suffisant de tableaux de manière que l'on puisse admettre, étant donnée la multiplicité des paramètres mis en jeu dans les échantillons alors considérés, que l'ensemble se comportait comme un échantillon représentatif d'une population gaussienne.

Influence des Δ L

Cette influence est évidente d'après l'ensemble des tableaux Nous avons calculé l'intervalle de confiance des moyennes pour les

colonnes d'un tableau (i,j) à 64 x 8 = 512 lignes et 7 colonnes (les ΔL) obtenu en mettant l'un au-dessous de l'autre les tableaux correspondant à chaque cas expérimental.

Au seuil de 0,05, on obtient comme ci-dessus (136 c)

ΔL	INT. de CONF		m'
0	0,73	I,96	- I,35
+ 2	- 6,64	- 5,46	- 6,05
+ 4	- 3,79	- 2,87	- 3,33
+ 6	- I,75	- I,I4	- I,45
- 2	7,65	8,96	8,3I
- 4	4,23	5,34	4,78
- 6	2,53	3,53	3,03

Nous avons également appliqué la méthode globale d'analyse de la variance (149 b).

Soit $S_t = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})^2$ $\quad S_{col} = \sum_j \sum_i (x_{ij} - \bar{x})^2$

S résid. $= S_t - S_{col}$

On obtient pour la variable de Snedecor $F = \frac{Scol/6}{Srésid/3577}$ une valeur de 300 (alors que le seuil à 95% $F^6_\infty = 2,10$), ce qui met en évidence une différence extrêmement significative.

Le test de Student - Fisher (136 d) appliqué aux couples de colonnes λ, μ (en se référant à la loi normale en raison de la taille des échantillons) donne des valeurs

$$t_{\lambda\mu} = \frac{m_\lambda - m_\mu}{\hat{\sigma}\sqrt{2/n}} \quad \text{avec} \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{n(\sigma_\lambda^2 + \sigma_\mu^2)}{2n-2} \qquad n = 512$$

qui sont les éléments d'un tableau (7x7) antisymétrique. Leur valeur absolue est à comparer aux seuil à

P	0,05	0,0I	0,00I
t	I,96	2,57	3,29

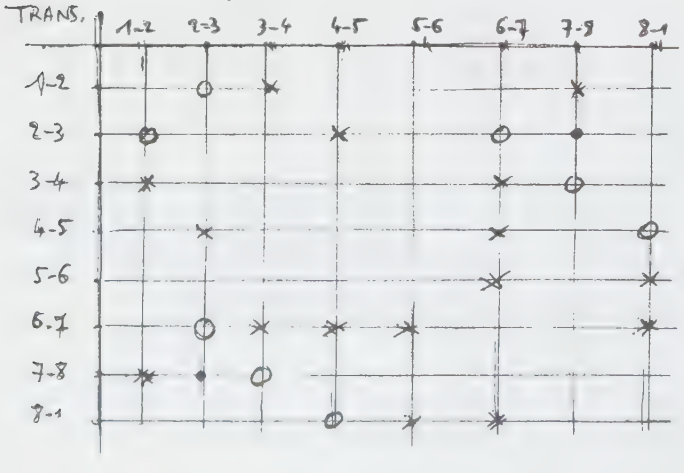
Les independances relatives sont confirmées à des risques $< 10^{-4}$, sauf pour les couples

(0, -6) 95% (+4, +6) 99% (-4,-6) 99,9%

L'influence des ΔL est donc indubitable.

Influence de la nature des transitions

On a employé une méthode analogue, mais cette fois en considérant un grand tableau à 8 lignes et 7 x 64 = 448 colonnes. L'analyse de la variance donne une variable de Suedecor égale à 52,05 [illegible]. On peut donc accepter l'hypothèse de l'influence statistiquement significative de la nature des transitions.



Le test de Student - Fisher fournit les éléments d'une matrice (8 x 8) antisymétrique dont tous les éléments révèlent un caractère significatif d'indépendance relative des transitions à un risque très faible, absolument négligeable, sauf pour les cas

× 0,05 ⊖ 0,0I ● 0,00I
t = I,96 2,I7 3,29

L'influence des transitions est donc confirmée, un peu moins forte

cependant que celles des dénivellations Δ L.

Autres influences

Nous avons vu que l'influence des autres paramètres apparaissait relativement faible, et pour l'étude statistique nous avons dû considérer des taux de risque plus grand que 5%.

Des tableaux ont été réalisés en répartissant les 3584 données soit entre mono/stéréo, qualité/ordinaire, soutenu/relâché, $\Delta\theta$ court/$\Delta\theta$ long, fort/faible (places A seulement), A/B/C (fort seulement).

a) Tests de Student - Fisher

On calcule comme ci-dessus les estimations des moyennes de chaque colonne, puis les $t_{\alpha\beta}$ ($\alpha\beta$ étant les paramètres à comparer)

Les résultats sont les suivants :

mono - stéréo	t= 4,4	infl. significative
qualité-ordinaire	t= 3,3	infl. significative
soutenu-relaché	t= 0,43	infl. non significative (à moins d'un seuil de 66%)
long-court	t =3,9	infl. significative
fort-faible	t=I4,5	infl. très significative
A B	t= 4,9	infl. très significative
B C	t= 3,I	infl. significative (99%)
C A	t= I,7	infl. significative (95%)

On peut donc estimer que les influences testées sont confirmées, à l'exception du degré d'attention. Ceci est imputable à un mode de relâchement peu efficace (lecture), l'auditeur devant très souvent "dérelâcher" son attention pour saisir le début et la fin des séquences; en utilisant un moyen de "distraction" plus automatique (séquences de points) cet inconvénient a disparu dans les essais ultérieurs.

b) Intervalles de confiance des moyennes

Nous avons également calculé les intervalles de confiance des moyennes (136 e)que l'on trouvera résumés dans les tableaux 3, 4, 5 , d'abord toutes transitions confondues, puis pour chaque transition.

Pour le premier tableau 3, il y a recouvrement presque total des zones de confiance pour "l'attention", recouvrement partiel pour la qualité des haut-parleurs et le relief, ainsi que la durée du silence$\Delta\theta$ ou la place de l'auditeur (A B C). Il faut dans les cas précédents admettre un seuil compris entre 50 et 75% pour obtenir une distinction statistiquement valable.

Par contre le niveau global montre une influence significative même au seuil 99% (risque 0,0I).

Nous pouvons donc conclure, sur ces données d'ensemble, au caractère très significatif du niveau d'écoute et peu significatif des autres paramètres.

Etudions maintenant avec plus de détails l'influence des modulations elles-mêmes.

durée du silence $\Delta\theta$ (tableau 3 B).

Les réactions des auditeurs sont très différentes suivant les transitions, comme le montrent les moyennes. On observe des similitudes curieuses d'ordre de grandeur (I-2 = Bruit Rose, Bruit Renault; 7-8 = Comédiens, Trompes de chasse), qui s'estompent pour $\Delta\theta$ court. L'influence de la durée du silence est en effet nulle pour 7-8 et très nette pour les transitions de bruit. Ce résultat est assez surprenant : on pourrait prévoir dans le cas des modulations très différentes, telles que parole et trompes un effet très important du temps de silence, qui, en augmentant, estomperait cette disparité. Il semble donc que celle-ci ne soit pas liée au caractère plus ou moins critique de la transition; on serait plus exigeant si les relations subjectives entre modulations enchainées permettaient un repérage précis des critères de jugement.

On remarque un fait analogue par exemple pour 2-3 (Renault-piano), modulations très différentes, $\Delta\theta$ non significatif, mais aussi pour 4-5 (Speaker-Quatuor) et 5-6 (Chant-Comédiens), modulations réputées moins dissemblables.

L'examen de ce tableau montre que $\Delta\theta$ peut être très significatif, ce qui justifie son introduction comme paramètre, mais qu'il est difficile de prévoir, selon la nature des modulations, la grandeur de l'effet obtenu.

attention S, R : (tableau 4 A)

Pas d'influence dans les cas I-2 (Bruit Rose-Renault), 7-8 (Comédiens, Trompes), 8-I (trompes-bruit rose), donc dans des conditions de ressemblance ou de dissemblance des modulations composantes.

Peu d'effet sur 3-4 (Piano-Speaker), 4-5 (Speaker-Quatuor), 5-6 (Quatuor-Chant), 6-7 (Chant-Comédiens).

Influence nette (seuil entre 75 et 95%) pour 2-3 (Renault-Piano).

Ainsi, de même que pour le paramètre précédent, il est impossible de relier le caractère plus ou moins significatif au"hiatus" plus ou moins sensible de la transition acoustique.

Pour la même raison que précédemment, nous prendrons en considération le paramètre "relief".

Qualité des haut-parleurs (tableau 4 B)

L'influence de ce facteur n'est sensible que pour 2-3 (Renault-piano) et 7-8 (Comédiens-Trompes) à des seuils compris entre 50% et 75%. Pour les modulations considérées séparément, la qualité des haut-parleurs joue peu. L'effet varie cependant nettement avec la nature des transitions; le test portant sur l'ensemble de l'essai met en évidence une influence nette, due à ce que les écarts constatés et les variances restent du même ordre pour les sous-groupes et les groupes entiers, leur caractère significatif étant d'autant plus important que l'échantillon est plus étendu.

Cette circonstance se retrouve pour d'autres paramètres ($\Delta\theta$, attention, places A B C).

relief sonore (tableau 5A)

Par contre, pour le relief sonore, les influences M S sont significatives pour la plupart des transitions et à un seuil élevé de 95 ou 99%.

Le type de cette influence est très variable suivant les transitions (la moyenne pour M est $>$ ou $<$ à la moyenne pour S).

Cette influence de la stéréophonie qui, en importance, vient après celle du niveau global d'écoute peut s'expliquer par le fait que les variations de niveau produisent tout comme le passage de l'écoute monaurale à l'écoute binaurale, de fortes variations de volume sonore impliquant une "occupation" très différente de l'espace subjectif.

emplacement d'écoute, ambiance : (tableau 5 B)

Pour I-2 (Bruit Rose-Renault) recouvrement des intervalles de confiance, donc influence de A, B, C non démontrée. Il en est de même pour 2-3, mais les distances respectives AC, BC sont dans un ordre différent.

Résumons les autres résultats :

Cas 3-4 (piano-speaker)	$A \simeq B$	$B \neq C$ (75%)	$A \simeq C$
4-5 (speaker-quatuor)	$A \neq B$ (90%)	$B \simeq C$	$A \neq C$ (75%)
5-6 (quatuor-chant)	$A \neq B$ (70%)	$B \neq C$ (90%)	$A \simeq C$
6-7 (chant-comédiens)	$A \simeq B \simeq C$		
7-8 (comédiens-trompes)	$A \simeq B \simeq C$		
8-I (trompes-bruit rose)	$A \simeq B \simeq C$		

Au total, nous constatons une influence de l'emplacement, variable selon la nature des transitions.

La comparaison des résultats pour B et C, qui correspondent à une écoute indirecte dans une ambiance locale sourde ou réverbérante montre que suivant les cas la distinction entre A et B, ou celle entre B et C peut être la plus nette. On ne peut prévoir, en d'autres termes, l'influence de l'ambiance sans connaître la composition de l'enchaînement.

c) conclusion : L'intérêt des paramètres testés a donc été confirmé. Pour réaliser cette étude, on procédera à des écoutes dans des locaux différents, à des niveaux sonores variés et en utilisant un nombre aussi grand que possible de séquences différentes, de l'ensemble des modulations réelles, compatible avec les possibilités expérimentales.

23 - NOMBRE D'ECHELONS DE SENSIBILITE

Dans le domaine de l'écoute, le problème de définir une notion de qualité en fonction des caractéristiques physiques se pose d'une manière pratique d'abord pour les haut-parleurs, où l'on essaie de relier la notion complexe de "présence" à la courbe de réponse (188). On admet couramment* 7 critères de qualité psychoacoustique valables pour les jugements "audiofréquences". L'appréciation des modulations est aussi d'un intérêt immédiat car elle conditionne l'amélioration de toutes les techniques sonores : à cet effet, on a sélectionné 8 caractéristiques évaluées par un groupe d'écoute selon une échelle subjective à 3 niveaux (120), l'automatisation partielle du procédé a même été réalisée (190).

*(189)

La même question s'est posée pour l'évaluation de la qualité des instruments de musique (191) (utilisant des échelles à 6 niveaux s'appliquant à 5 caractéristiques), et celle de la qualité des salles (192) où interviennent des échelles à II niveaux portant sur I3 caractéristiques différentes.

Pour la présente étude on a également considéré le problème de l'application d'un continuum de sensations sur des échelles de perception (149c) , correspondant ici à l'étude des modulations réellement perçues, c'est-à-dire des modulations intrinsèques affectées de transformations imputables à la salle, aux enceintes acoustiques, au niveau sonore, à l'attention.

Les exemples précédents, qui concernent eux aussi des perceptions complexes, montrent que les jugements sont multidimensionnels, chaque dimension correspondant à une caractéristique évaluée selon des échelles possédant un nombre restreint de niveaux. Nous avons recherché dans quelle mesure ces résultats s'appliquaient aux jugements de modulations.

A cet effet, on a réalisé l'expérience suivante, sur une centaine d'auditeurs de formation diverse:

Les sujets écoutaient diverses modulations. Ils devaient apprécier le niveau (force sonore), le caractère esthétique, la qualité de la prise de son, la qualité des haut-parleurs et celle de la salle d'écoute. Cette appréciation comportait d'une part une note chiffrée de 0 à 20 et d'autre part une liste d'adjectifs s'appliquan de manière aussi étroite que possible aux jugements des auditeurs. On adoptait donc une méthode non guidée (6c) ,chaque participant conservant une liberté totale, sous réserve d'échapper à la banalité. Ceci dans le but de ne pas restreindre à priori le champ des moyens d'expression tout en évitant une accumulation systématique de termes tels que "bon ou mauvais".

231 - Réalisation

A - Niveau sonore Ecoute dans studio A, enceintes 3 canaux IO modulations différentes, les niveaux allant de pp à ff.

Les emplacements d'écoute étaient repérés matériellement

On demandait de juger la "force" du son.

B - Caractère esthétique Mêmes dispositions - Niveau d'ensemble constant.

On demandait de ne pas juger l'interprétation, mais de faire porter son attention sur le caractère aigu, grave, doux, heurté, acide, etc...(ces exemples d'adjectifs ayant simplement pour but de préciser le domaine de définition de ce caractère esthétique, basé sur des considérations spectrales).

C - Qualité de la prise de son Mêmes dispositions - Niveau d'ensemble constant.

Il s'agissait d'apprécier la qualité intrinsèque de la prise de son, sans juger l'interprétation.

Cette question, que des professionnels auraient difficilement pu traîter, sauf pour des fautes bien caractérisées, avaient pour but de mettre en évidence les réactions d'un public comparable à celui que nous allions utiliser dans la suite des essais. En particulier voir jusqu'à quel point leurs réactions recoupaient celles obtenues dans B.

Toutes les modulations A, B, C, étaient différentes (musique symphonique, musique de chambre, jazz, lyrique, variétés, parlé, théâtre).

D - Qualité des haut-parleurs

Une bande test de 5 échantillons de modulations variées était présentée, sur 5 enceintes différentes de qualité très variée allant du "3canaux" à la petite enceinte de contrôle reportage. Pour des raisons pratiques, l'écoute devant être effectuée dans le même studio, cet essai n'a été réalisé qu'en monophonie.

E - Qualité des salles

Une bande test stéréophonique a été présentée dans 5 locaux différents : studio A, salle d'écoute, cabine technique, laboratoire d'électronique non adapté à l'écoute, hall très réverbérant. Les haut-parleurs utilisés étaient de qualité moyenne (pour être facilement transportables d'une salle à l'autre).

Les sujets devaient évoluer dans les salles pour en estimer en particulier la diffusion, qui devient particulièrement apparente en déplaçant la tête (193)et le rendu des impressions de distance. Celle-ci est, à la prise de son sous la dépendance du rayon de réverbération (194), relation naturellement très perturbée suivant les propriétés acoustiques de la salle et la distance sujet-haut parleurs

Cet essai E a été réalisé en stéréophonie, pour donner plus d'importance à l'impression de salle.

Chaque séance comportait les essais A, B, C, D, E, pour que l'on puisse comparer les réactions personnelles des sujets. La nécessité de ne pas trop allonger les tests et la difficulté de trouver des haut-parleurs appariés pour D ont conduit à expérimenter, suivant les séances, A B C en mono et en stéréo, D toujours en mono et E en stéréo.

Pour l'un des observateurs, on a procédé non seulement à l'essai mono-stéréo ci-dessus, mais en considérant l'audition normale ou perturbée par le port d'un casque d'écoute (sans obturateur de conduit auditif) et l'écoute normale ou relâchée (par lecture d'un ouvrage littéraire).

232 - Résultats

L'impression d'ensemble est la grande aisance des observateurs qui ont été réellement motivés par cet essai, ont répondu de manière dense et précise par des qualificatifs souvent originaux, et n'ont le plus souvent trouvé aucune difficulté dans la cotation. Cependant, surtout en ce qui concerne les salles, un certain nombre d'observateurs n'ont pas fourni d'évaluation chiffrée, bien que l'ensemble de leurs réponses apparaisse tout à fait valable.

La pratique courante, qui consiste à se référer à des analogies tactiles visuelles ou kinesthésiques pour réaliser une véritable "imagerie" (195) de la qualité sonore parait donc tout à fait justifiée.

Le dépouillement a été effectué sur 2 x 20 feuilles de réponse (20 "mono", 20 "stéréo") tirées au hasard sur la centaine de documents réunis en fin d'essais.

Observations générales

- L'aspect général montre en monophonie une incohérence apparente des notes attribuées; on trouve pour un exemple de niveau sonore la séquence suivante :

I6-I0-9-I7-9-9-9-I6-I9-I3-I0-I4-I0-I0-I5-I0-I9-8-2

Il s'agit pourtant de la qualité sonore réputée d'apprécia-

tion la plus facile. Or la variété est à peine plus grande pour le caractère esthétique (notes variant entre 0 et I8 ou entre 2 et I6..)

Cohérence nettement meilleure pour les haut-parleurs de qualité.
(Exemple de séquence : I2-I5-I6-I4-I2-I0-I2-I2-I5-I0-I6-I7-I5-I4-I8-I6-I8-I4...) et les bonnes salles (I7-I6-I2-II-I8-I4-I5-I8-I5-I2-I5-I7....)

- Pour la stéréophonie, le groupement est meilleur, l'éventail restant cependant très large (exemple : caract. esth.: 8-I0-I9-I6-I5-I2...).

Observation analogue pour les niveaux, haut-parleurs et salles de bonne qualité.

Echelons de sensibilité

Nous avons établi pour les "notes" les polygones de fréquence correspondant à chaque type d'essais A B C D E (tableaux 6 et 7), On remarque une analogie étroite de ces graphiques, dont l'allure moyenne est celle d'une courbe de Gauss déportée vers la droite, le maximum étant plus élevé (I3) en stéréo qu'en mono (II). De plus, la courbe réelle présente 4 à 7 maxima, souvent nettement marqués ce qui en suggérant le groupement en autant de classes, justifie l'adoption d'une échelle à faible nombre d'échelons adoptée pour caractériser les modulations (196, 197).

Pour les stimuli très variés étudiés ici, il semble que le nombre de jugements distincts se répartisse en 4 à 7 classes, ce qui correspond à une observation classique en psychologie (193, 39 d, 113 b). Quand le sujet dispose de la liberté permise par 2I niveaux, cette organisation des répons en un nombre plus restreint de classes n'est pas cependant suffisamment tranchée pour que l'on puisse supprimer la cotation de 0 à 20. Nous conserverons donc cette échelle dans la suite de l'étude et en particulier pour les essais statistiques d'ensemble.

Appréciations

Les adjectifs retenus présentent, dans le détail, une grande variété, mais l'ensemble est tout à fait comparable en monophonie et en stéréophonie: ils sont analogues pour le niveau, le caractère esthétique et la qualité de la prise de son. Les haut-parleurs et les salles d'écoute reçoivent par contre des qualificatifs plus particuliers.

On retrouve souvent, malgré les instructions données les termes agréable (20% des adjectifs pour le niveau) trop fort, moyen (5% pour le niveau), bon (I0% pour la prise de son)...Les qualificatifs différents sont relativement personnels, et peuvent, par analogie, être regroupés en classes correspondant aux 7 dimensions psychologiques du son (199) , pour lesquelles on adopte des noms suggestifs (39 e) plutôt que des lettres "neutres" : Magnitude, Esthétique, Clarté, Sécurité, Repos, Familiarité, Pondération.

Exemples (choisis au hasard

MONO A agréable - doux - heurté - ennuyeux - aigu - embrouillé - calme - mélancolique - honnête- sucré...

B fatigant - ennuyeux - désagréable - sensoriel - remémoratif - drôle - ravissant - insupportable - subtil...

C excellent - aigu - confus - réel - formidable - courant - réaliste - tonitruant - rauque - sans relief ...

D normal - aigu - nasillard - sourd - net - parfait - bon - résonant...

E très clair - moyen - excellent - confus - réverbéré - acceptable - mat ...

STEREO A insuffisant - agréable - clair - bon - parfait - suffisant - adapté - anémique - lent - moyen - présent - gai ...

B violent - agaçant - doux - captivant - honnête - balourdeur - pâteux - théâtral - routinier - plan...

C aigu - juste - large - médiocre - passable - clair - équilibré - cacophonique - ample - limpide ...

D fidèle - présent - grésillant - vibrant - clair - sec - résonant - aigu - parfait ...

E sec - très moyen - excellent - plus intime - léger - sourd - mauvais - résonant ...

Comme pour la répartition des notes, rien ne distingue le "niveau" de l'"esthétique" ou de la "prise de son". Ceci montre le caractère très imbriqué de ces sensations et l'influence inconsciente des paramètres esthétiques sur le niveau d'intensité sonore.

On remarque aussi que pour les salles, les caractéristiques observées recoupent bien les critères de Beranek (28) appliqués aux locaux de petite dimension.

Influence de l'audition et de l'attention

Les résultats ci-dessous concernent un seul sujet.

Ils ont été effectués dans les conditions :

mono (M) ou stéréo (S)
ouïe normale (N) ou ouïe perturbée (P)
attention soutenue (Σ) ou relâchée (R)

Les qualificatifs employés ne présentent rien de particulier qui diffère du schéma général; le relief, la qualité de l'ouïe et le degré d'attention paraissent sans influence décelable, comme si les "jugements qualitatifs" faisaient intervenir un niveau d'abstraction dépassant les informations brutes fournies par les récepteurs périphériques.

Les résultats chiffrés, s'expriment pour chaque point expérimental par des séquences de IC (ou 5) nombres. La comparaison a été effectuée en comptant le nombre des différences terme à terme, positives, négatives, ou nulles, d'où le tableau suivant (les variables comparées sont entre parenthèses) :

Comparaisons	Moyennes	Signe des différences +	-	=	signif.
Niveau Sonore					
M N (ΣR)	II,4 - I0,6	4	I	5	-
S N (ΣR)	I0,7 - I2,4	0	8	2	+++
(M S) NΣ	II,4 - I0,7	6	4	0	-
(M S) N R	I0,6 - I2,4	3	7	0	+
ΣS (N P)	I0,7 - 9,3	7	3	0	+
Caractère esthétique					
M N (ΣR)	I0,3 - II,0	3	4	3	-
S N (ΣR)	II,6 - I0,7	6	3	I	-
(M S) NΣ	I0,3 - II,6	2	4	4	-
(M S) N R	II,0 - I0,7	5	4	I	-
ΣS (N P)	I0,6 - II,9	7	3	0	+
Prise de Son					
M N (ΣR)	I2,0 - I2,3	4	5	I	-
S N (ΣR)	I2,3 - I2,7	4	6	0	-
(M S) NΣ	I2,0 - I2,3	3	6	I	-
M S (N R)	I2,3 - I2,7	3	6	I	-
ΣS (N P)	I2,3 - I2,7		5	5	- -
Haut-parleurs					
M (N P) Σ	I2,2 - I3,4	2	2	I	- -
M N (ΣR)	I3,4 - II,6	3	2	0	-
Salles					
S (N P)Σ	I2,0 - I4,0	I	4	0	+
S N (ΣR)	I4,0 - II,4	4	I	0	+

On voit que la seule influence significative à 5% (test des signes, 14g d) est celle de l'appréciation du niveau sonore lors de l'écoute soutenue ou relâchée stéréophonique.

Les autres résultats indiquent simplement des tendances :

Influences nettement moindres pour l'estimation de la qualité de la prise de son ou des haut-parleurs, plus nettes pour le niveau sonore et les salles.

Pour un ensemble de modulations, les effets sont en moyenne faibles, mais pour des modulations déterminées il n'en est rien et cette étude particulière confirme le cas général.

233 - Conclusion

Nous avons adopté pour les essais les plus délicats, une échelle de 0 à 20, dont l'utilisation et la définition ont demandé de grandes précautions. En effet, pour chaque sujet, tout un faisceau d'adjectifs est nécessaire à l'élaboration d'un jugement et les échelles doivent être rendues homogènes.

La complexité de la notion de niveau est apparue du même ordre que celle du caractère esthétique, par exemple et cette conclusion nous a conduit à prévoir, lors des essais de régulation de la force sonore, une interaction très complexe des paramètres

3 - NIVEAU ET VARIATION DE NIVEAU

La théorie d'après laquelle la sensation de niveau résulterait d'abord d'un phénomène quantique, la loi de Weber-Fechner s'en déduisant (2oo) considère cette sensation comme une accumulation de seuils différentiels, ce qui parait être un mode d'approche bien abstrait d'un problème concret, la réaction quasi-instantanée d'un observateur au paramètre force sonore. En effet la notion de sonie est valable quelle que soit la structure acoustique des sources, pour des sons aussi variés qu'il est possible de l'imaginer.

Mais rien n'indique à priori que ce niveau dépende de manière simple des paramètres physiques, comme cela se produit pour la définition des échelles de sonie.

Pour les bruits impulsifs (2o1) , on majore la sonie de base d'un terme spectral et d'un terme fonction du temps; il s'agit là d'une extension de la sonie des bruits permanents qui ne concerne que les sons n'ayant d'autre signification que celle d'être un bruit. Dans le cas des modulations, nous traitons de sons esthétiquement "vivants", ayant un sens, et pour ceux-ci la recherche psycho-physique suit une voie différente et considère une sensation globale sans pour l'instant, trop s'appesantir sur les problèmes physiques.

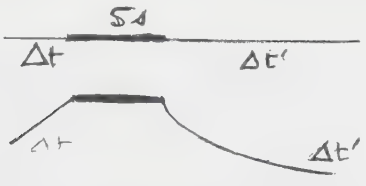
Par exemple, le niveau sonore dépend de l'éloignement de la source; Warren (2o2) a proposé de lier directement la sonie à la distance, ce qui impliquerait, le spectre en amplitude et en phase variant avec celle-ci, une liaison étroite entre la perception du niveau et une fonction inconnue des paramètres acoustiques; et cependant, du moins pour les sons familiers ayant pu conditionner le récepteur humain, cette théorie, dans certaines limites, ne parait pas dénuée de fondement.

L'observation courante montre que dans un ensemble sonore, deux sons physiquement identiques paraissent plus ou moins forts selon la nature de ceux qui les précèdent ou les suivent, c'est-à-dire du contexte. Si la sensation des sons complexes isolés est liée à une fonction très élaborée des paramètres physiques simples, on peut prévoir des difficultés grandement accrues quant à la définition du niveau de sons prélevés dans une séquence temporelle. Pour les musiciens, le temps constitue le paramètre primordial (2o3), le niveau le moins important, mais il s'agit surtout de réactions à court terme (quelques fractions de secondes). Dans le problème de la régulation de sonie, et nous aurons l'occasion de le préciser, interviennent des durées plus longues et l'expérience met en évidence des réactions à moyen terme (quelques secondes). La valeur relative du niveau et du temps n'est pas forcément le même, surtout si l'on considère un auditoire non spécialisé. Et tout naturellement, l'influence d'un contexte sonore variant en fonction du temps sur le niveau sera différente selon les conditions expérimentales.

Nous avons tenté, dans le présent essai, d'aborder sur un cas particulier la perception synthétique du niveau et de mettre en évidence ses variations selon le complexe d'écoute et le contexte sonore temporel. Le paramètre physique choisi était le niveau électrique, c'est-à-dire le règlage du potentiomètre, ou plutôt les variations de ce règlage qui, exprimées en décibels électriques, concordent on l'a vu avec les indications d'un sonomètre en décibels (A).

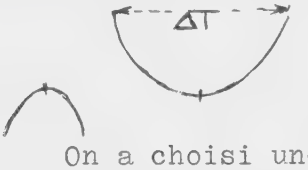
3I - PRINCIPE DE L'EXPERIENCE

Soit pour une modulation donnée, un extrait durant 5 secondes, encadré par son contexte naturel (Δt avant, $\Delta t'$ après). Supposons que l'on affecte la partie antérieure ("contexte avant") ou la partie postérieure ("contexte arrière") de variations de niveau; on recherche quelle en est l'influence sur la sensation de niveau sonore concernant uniquement la séquence centrale.



Cet essai peut être réalisé en imposant à la séquence centrale une variation systématique de niveau, toujours la même et comparer, dans deux contextes différents, la rapidité de variation de la force sonore concernant la séquence observée.

Selon un principe analogue, on peut, sur un échantillon de durée ΔT, affectée d'une modulation d'ensemble produisant un minimum ou un maximum comparer la force sonore en un point précis lorsque l'on modifie l'allure de la variation d'ensemble du niveau sonore.



On a choisi une modulation particulière telle que l'on puisse l'affecter de variations de niveau relativement importantes sans trop en perturber le caractère. Une modulation particulièrement dense, telle que l'attention soit plutôt centrée sur les timbres, l'évolution des rythmes, les durées, d'où l'intérêt d'une oeuvre musicale moderne ("Métaboles" de H. Dutilleux). Les variations globales de niveau étaient assez lentes pour ne pas défigurer l'oeuvre, perturbation inévitable par principe, mais bien inférieure à ce que l'on observerait pour des compositions utilisant les variations de niveau sonore comme principal moyen d'expression. L'influence physiologique de cette variation lente peut être d'ailleurs très amplifiée si l'on en prend les dérivées nécessaires et l'on a pu montrer (204) que les potentiels engendrés dans l'oreille font intervenir la dérivée sixième de la déformation spatiale de la membrane basilaire, elle-même variant rapidement avec la loi temporelle de pression sonore. C'est dire que l'on doit s'attendre à une influence physiologique importante de variations même lentes, de niveau sonore moyen, sans préjuger de l'effet psychophysique étudié ici.

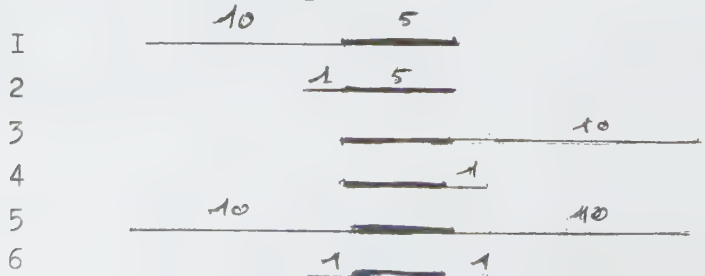
On a, dans la suite désigné par "contexte", les parties de modulation encadrant la séquence observée et par "ambiance" les paramètres généraux tels que salle, relief sonore, niveau d'écoute de référence (Fort: 80 dB(A), faible: 60 dB (A)).

32 - REALISATION

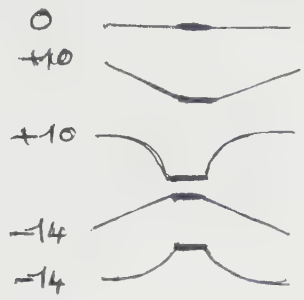
Les trois types d'essais mentionnés plus haut ont été exécutés.

Première série

- Durée de la séquence observée 5 secondes.
- 6 ensembles de durée pour le contexte



- 5 allures de variation du niveau



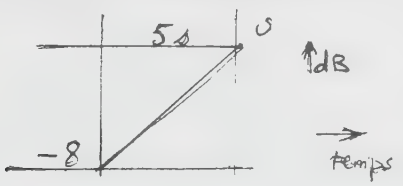
Le niveau d'écoute de la séquence utile était le même dans tous les cas et les Δ L de niveau indiqués ci-dessus (+IO, -I4) s'entendaient pour des Δ t, Δ t' égaux à IO secondes, leur valeur étant réduite de manière convenable pour les durées de I seconde. Ces variations de niveau étaient exécutées par un opérateur manoeuvrant le potentiomètre, en utilisant des repères visuels et un chronomètre.

La séquence observée était isolée par 2 "tops"de IOOO Hz d'un niveau suffisant pour être facilement audible et assez courts (0,05s) pour ne pas perturber la sensation d'intensité qui ne serait atteinte qu'en 0,I ou 0,2 secondes (145). les extrémités du morceau de bande magnétique correspondant etant coupées en biseau très aigu pour amortir les transitoires. Le choix de l'oeuvre, des extraits utiles, des niveaux sonores et du mode opératoire ont fait l'objet de nombreux essais préliminaires.

L'ensemble de la séquence observée et du contexte était appelé "séquence expérimentale" ou "présentation".

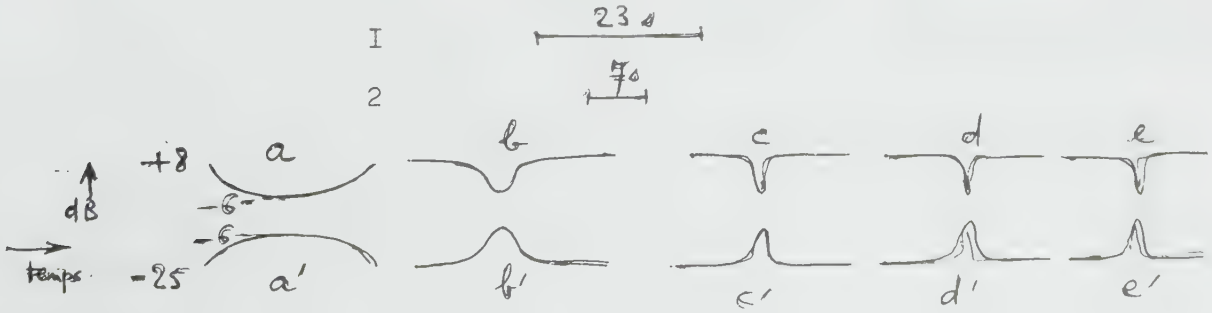
Deuxième série

Même découpage temporel, la séquence observée était corrigée de manière ascendante linéaire, d'où une remontée de niveau très nettement perceptible ne ressemblant pas à un réglage de prise de son, donc captant nettement l'attention. Schéma expérimental en tous points identique au précédent.



Troisième série

On a précisé la validité subjective du niveau lors des maxima ou des minima d'intensité en considérant deux séquences de longueur ΔT = 23 secondes, Δ T' = 7 secondes (prélevées sur la même modulation et au même endroit que dans le cas précédent), affectées de variations lentes de niveau moyen.



L'emplacement théorique de l'extremum était indiqué par un top de 1000 Hz, le niveau réel en ce point étant bien entendu le même. Pour les exemples courts, les niveaux extrêmes étaient corrigés en conséquence.

Plan d'expériences

Le nombre d'expériences a été réduit grandement par rapport à un plan factoriel, dont le dépouillement aurait été inextricable. Les comparaisons utilisées sont résumées sous une forme intuitive, dans la première colonne des tableaux 8 à 20.

On a présenté aux sujets des groupes de deux séquences expérimentales séparées par un silence de 3 secondes, dans des conditions différentes (3 locaux, 2 niveaux de référence, mono et stéréophonie).

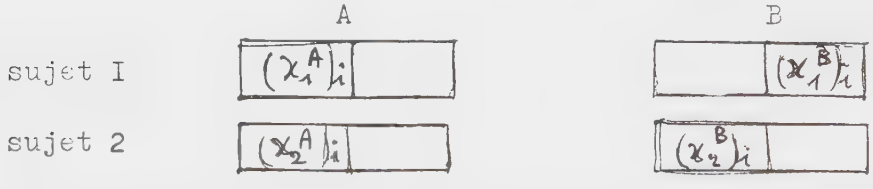
Il était demandé selon les cas de noter de 0 à 10 la différence d'intensité sonore pour la séquence repérée, ou la différence de rapidité d'évolution du niveau d'ensemble de cette séquence, ou encore la différence d'intensité au moment de l'extremum. Le questionnaire permettait d'indiquer la présentation "avantagée".

Pour éliminer les différences individuelles, qui même dans des essais en principe plus simples, s'expliquent plus par la variabilité psychologique (205) que physiologique, on a prévu un nombre de sujets important (6 à 8 par point de l'espace du plan d'expériences) et des explications détaillées, ce qui nous a permis tenant compte de l'origine commune des sujets (étudiants) de comparer les moyennes. Pour chaque tableau de résultats, les observateurs étaient les mêmes, mais cette condition n'a pu être observée sur l'ensemble de l'essai.

3) - DEPOUILLEMENT

Désignons par 1 et 2 les présentations de chaque couple, correspondant à des contextes différents, par A et B les deux ambiances.

Soient pour un couple i donné les réponses des sujets



On compte positivement les x de la case gauche (correspondant au cas où la 1ère présentation est avantagée), négativement ceux de droite, effectue les moyennes m_i^A et m_i^B ; le problème est de comparer statistiquement m_1^A, m_1^B, m_2^A, m_2^B, m_{1-2}^A, m_{1-2}^B, ces deux dernières quantités rendant directement compte de l'influence de l'ambiance A/B sur l'influence du contexte 1/2.

On a calculé (136d, 136f) sur l'ensemble des réponses des sujets, pour chaque point expérimental :

le rapport de Snedecor $\frac{\sigma_1^2/n_1-1}{\sigma_2^2/n_2-1}$ respectivement pour la comparaison A/B contexte 1, la comparaison A/B contexte 2, la comparaison A/B (contexte1/contexte2).

la variable de Student-Fisher $|t| = \frac{|m_1 - m_2|}{\hat{\sigma}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$

valable dans le cas où les variances, d'après le test de Snedecor ne diffèrent pas significativement ($F_{0,05} \simeq 0,5$), ce qui est ici vérifié.

t est rarement significatif au risque de 5% ($t_{0,05} \simeq 2,3$); nous avons pris en compte une certaine influence pour $t > I,I$ correspondant au risque de 30%, et modulé l'appréciation en fonction de l'ensemble des réponses. Le nombre de 6 à 8 sujets incite en effet à une certaine prudence concernant l'interprétation de ces tests classiques valables dans des hypothèses de normalité qui ne sont seulement qu'approchées.

54 - RESULTATS

Ils sont groupés dans les tableaux 8 à 20, chaque ligne correspondant à un couple de présentations. La signification des colonnes a été donnée et une interprétation immédiate des résultats a été précisée lorsque c'était possible.

Pour cela on a tenu compte des valeurs de t correspondant à la comparaison I-2 de celles concernant les comparaisons A-B, ainsi que des valeurs obtenues pour les moyennes: on s'est référé aux contextes sonores représentés dans la première colonne, où sont groupés par affinités des couples analogues.

D'une manière générale, très grande complexité. Les valeurs des m et des t ont une signification nette pour une ligne donnée de ces tableaux (correspondant à un couple expérimental), mais la comparaison des résultats concernant les différents couples est plus difficile, et même aléatoire si l'on en réunit un nombre important. On note assez souvent une influence nette du contexte et de l'ambiance, d'autre fois une influence certainement négligeable, mais la comparaison des cas d'espèce ne fait pas ressortir de règle claire.

Les annotations indiquées dans les tableaux résument les observations que l'on peut faire, en fonction des contextes indiqués dans chaque groupe de couples comparés de la première colonne, concernant l'influence de l'ambiance et du contexte pour chaque couple.

Donnons-en un bref résumé

a) Perception du niveau

On remarque assez constamment une influence différente selon que le contexte est formé d'une séquence avant ou d'une séquence arrière (ligne n°4 des tableaux). L'effet des séquences placées à l'arrière est dans l'ensemble un peu plus net. De même un contexte de séquences courbes (donc isolant plus nettement le tronçon observé produit des effets plus nets que si les séquences sont rectilignes (il s'agit ici bien entendu de la variation figurative du niveau moyen).

Dans l'ensemble l'ambiance est un peu moins importante que le contexte, en particulier celle du niveau d'écoute est assez faible (tableaux II, I6, I9).

L'ordre de grandeur des moyennes (0,5 à 2) montre, que, même lorsque les différences sont statistiquement significatives, l'effet est peu important et demande pour être mis en évidence l'emploi des tests statistiques.

Il est comparable, dans l'ensemble, pour la nature des présentations (première colonne), le contexte sonore et les paramètres d'ambiance.

b) Perception de la variation de niveau

De même les comparaisons de variation de niveau pour l'échantillon central sont d'un ordre de grandeur identique; la proportion de différences significatives est analogue au cas précédent. Rien ne permet de discerner l'ensemble des tableaux 8 à I2 (niveau) des tableaux I3 à I7 (variation de niveau), bien que les détails diffèrent complètement,(en particulier pour quelques valeurs élevées du t de Student-Fisher), et l'on peut tirer les mêmes conclusions.

c) Maxima et minima

L'ordre de grandeur des moyennes atteint des valeurs plus élevées (3 à 5), mais dans l'ensemble les tableaux rappellent étroitement les précédents.

Les niveaux des maxima et des minima peuvent effectivement paraître très différents, cet effet dépendant beaucoup de la forme des séquences et de leur durée.

Influence de la durée Δt plus nette sur minima de "douceur" moyenne.

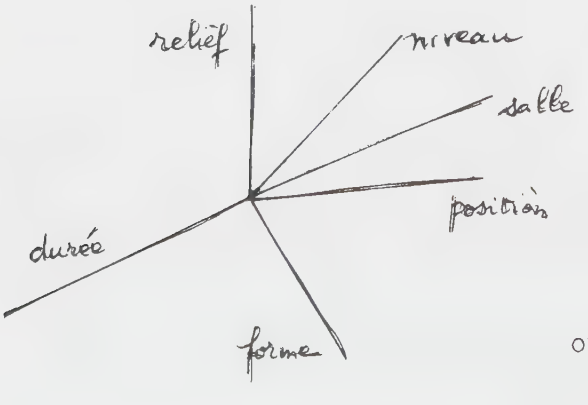
Influence très nette des séquences contraires, de durée longue ou courte suivant les cas. Le local présente souvent une influence en sens inverse de celle du contexte.

L'acuité des maxima ou minima joue un rôle très net, mais complexe, la durée, la salle, le niveau, le relief ont un effet divers selon les cas.

L'influence du contexte et de l'ambiance est donc indiscutable dans l'ensemble, bien que de grandeur faible. Cet effet est observé sur la perception du niveau (Ière partie), de la variation de niveau (2ème partie) et sur celle du maximum ou du minimum de force sonore.

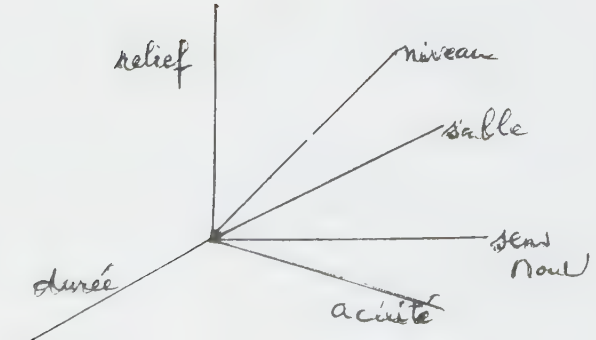
Les forces sonores estimées dépendent donc de ces paramètres que nous pouvons représenter dans un espace symbolique à 6 dimensions dit "espace expérimental" :

durée (2 valeurs I et I0 s)
forme (5 valeurs)
position (2 valeurs:avant, après)
salle (3 valeurs)
niveaux de base (2 valeurs,
relief (2 valeurs)



ou :

durée (2 valeurs)
acuité de l'extremum (5 valeurs)
sens de l'extremum (2 valeurs)
salle (3 valeurs)
niveau de base (2 valeurs)
relief (2 valeurs)



Dans ces espaces, les présentations élémentaires sont figurées par un certain nombre de points et les expériences de base, ayant pour objet de comparer des couples de présentations, par des segments de droite (30 segments pour la Ière et la 2ème partie, 24 segments pour la 3ème), que l'on peut symboliser par leurs points médians I_k. On a effectué aussi des "comparaisons de comparaisons", c'est-à-dire de l'influence de l'ambiance sur l'influence de deux contextes; elles peuvent être symbolisées par les points M_λ, milieux de segments $I_k I_l$.

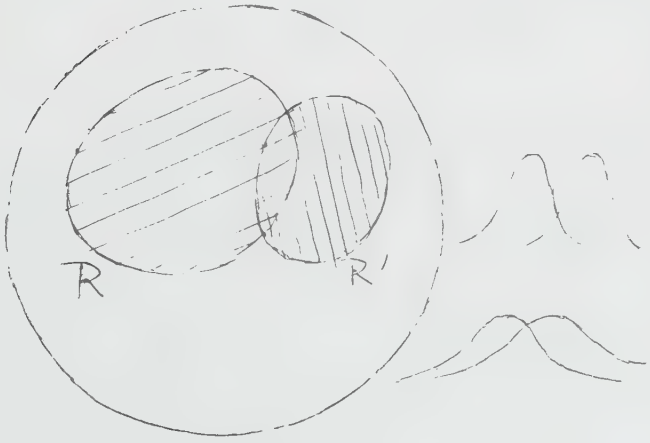
Les essais réalisés ont mis en évidence un certain nombre d'I_k et de M statistiquement significatifs, d'autres non significatifs; pour les derniers on ne peut rien dire, l'ensemble des données sur lesquelles est basé le jugement étant trop flou. Les résultats exprimés par les tableaux peuvent se résumer en disant que les points significatifs, non significatifs ou neutres sont distribués au hasard, en proportion comparable.

Donnons une interprétation possible, et pour cela considérons selon la représentation classique (39f) l'axe des stimulus S et le graphe de la réponse R; on admet que les propriétés physiques définissant le stimulus ont la puissance du continu et que la réponse, jugement pris dans un ensemble donné est distribuée de manière gaussienne.

Pour deux stimulations différentes, les réponses se répartiront selon R et R'; la séparation sera effective lorsque les deux courbes R, R' seront distinctes, par exemple lorsque l'écart des moyennes sera plus grand que les dispersions.

Cette représentation facile à concevoir pour des stimuli à une dimension (expériences concernant la sonie) reste valable dans le cas présent. La complexité de la définition physique des facteurs permettant le repérage du niveau, aussi grande soit-elle, n'excède certainement pas celle d'un espace à un nombre fini de dimensions qui peut donc être appliqué sur S. R et R' sont les réponses correspondant aux présentations de chaque couple.

La distinction entre R et R' dépend de l'écart des moyennes et de la dispersion, autrement dit de l'écartement des courbes et de la divergence de leurs formes. Chaque couple de points de R et R' correspond à des images différentes dans l'espace subjectif, le maximum de séparation étant atteint lorsque la probabilité que ces images soient bien distinctes est optimale.



Les points significatifs I_k et M_λ, de l'espace expérimental précédent, correspondent à des paires de courbes bien séparées, les points non significatifs par des courbes mal séparées, très probablement à cause du voisinage des maxima et de la grande dispersion.

Cette série d'essais permet d'obtenir aussi quelques indications sur la constante de temps du filtre perceptif.

On peut concevoir la perception comme un filtrage sélectif de sensations, doté d'une constante de temps Δt. Celle-ci, très variable selon le type de perception, doit etre rapprochée de la constante du phénomène transitoire observé (206). Si $\tau > \Delta t$, l'allure du phénomène est bien rendue, sinon le filtre impose sa loi. Considérant ici la variation globale de niveau ($\tau = 5$ secondes), on peut dire que la constante de temps du "filtre perceptif" sera supérieure ou inférieure à 5 secondes selon que la rapidité apparente de la variation du niveau variera ou non avec les conditions expérimentales.

Remarquons aussi combien est délicate la définition du caractère stationnaire d'un phénomène psychologique. On admet couramment qu'un son permanent de durée supérieure à 60 millisecondes, l'attaque et la chute étant suffisamment douces (207) peut être considéré comme stationnaire.

Ceci est valable pour la structure fine de perceptions, telles que celles concernant la parole, mais dépend essentiellement de la finesse de l'analyse. Dans les essais qui précèdent, concernant une écoute à "moyen terme", on a mis en évidence une influence du contexte sur la perception du niveau, par exemple dans la présentation ci-contre. On peut prévoir une influence sur elle-même de la séquence observée, qui ne doit pas être d'une autre nature que celle du contexte "extérieur".

Le niveau moyen subjectif n'est donc constant que dans un contexte donné, ou pour une durée donnée; une variation même lente, ou nulle du niveau moyen peut se traduire par un caractère non permanent de la sensation.

On voit donc apparaître deux facteurs importants : la finesse de l'analyse perceptive et la durée des éléments sonores, dont l'étude sera poussée plus avant, en vue du réglage des enchaînements et de la dynamique.

Nous pouvons dès maintenant conclure sur la valeur tout à fait relative de la notion de niveau sonore.

4 - DISTANCE

Lorsque nous écoutons une production sonore, notre évaluation de la qualité d'ensemble se résume, quelle que puisse être l'analyse préalable, en une appréciation globale plus ou moins détaillée. Notre perception de l'oeuvre musicale ou parlée doit donc, à un certain moment, être considérée comme un tout. Dans le domaine des sons complexes, indépendamment de considérations esthétiques, ce fait a été souvent noté, par exemple pour la couleur sonore (208) et s'étend naturellement à toute "qualité" du son.

On peut penser que cette faculté de synthèse prend ses racines profondes dans notre mode de perception des sons; il serait justifié par exemple (Nordenstreng 209) d'étendre au domaine temporel la "théorie de la forme" (Gestalt) dont l'application aux problèmes de la parole s'est révélée si riche de conséquences (67). Nous avons recherché dans quelle mesure la perception globale d'une oeuvre intervenait dans la régulation du niveau sonore, c'est l'une des idées directives du présent travail.

La perception des sons se résume en un peuplement de l'espace subjectif par des sources sonores virtuelles et l'on conçoit, de ce point de vue, le rôle très important du repérage spatial des sons, dont la théorie énergétique (210) fournit une explication très séduisante, bien qu'elle ne soit pas encore suffisamment vérifiée par l'expérience. On a cherché à rattacher notre perception globale à la perception de sons n'ayant pas de signification esthétique ou sémantique tels que le bruit blanc ou le bruit rose, mais dont les propriétés énergétiques étaient beaucoup plus apparentes pour un observateur.

Dans ce chapitre, nous envisagerons la notion de distance, c'est-à-dire d'écart plus ou moins grand entre deux modulations, qu'elles soient "significatives", comme de la musique, de la parole, ou "neutres" comme du bruit blanc, des sons purs.

4I - NOTION DE DISTANCE

Considérons deux présentations sonores: elles ont un support physique, dont la mise en oeuvre produit finalement des perceptions. Nous voulons, d'une certaine manière, comparer ces dernières, et rechercher dans quelle mesure, les supposant repérées globalement sur une certaine échelle psychologique, on peut définir un écart plus ou moins grand, que nous appellerons distance.

Dans le but de préciser ces points, nous avons réalisé, dans le bloc expérimental "M", l'essai suivant:

Principe On demande à des sujets de noter entre 0 et 20, les distances AB, BC, AC entre 3 modulations significatives A. B, C, puis les distances CB, BA, CA.

Trois groupes de modulations étaient présentés, par couples AB ..... :

	1	2	3
A	symphonique	parole F	orgue
B	chant F	chant F	chant H
C	symphonique	piano	violoncelle

Pour cette première approche du problème, les modulations, bien que non parentes, avaient un sens artistique.

En fin de séance, on demandait la comparaison des séquences identiques ou différentes d'une même oeuvre D.

Les essais étaient réalisés en stéréophonie.

Mode opératoire. Des explications complètes étaient données aux observateurs pour situer cette expérience inhabituelle. Les mêmes conditions de place, d'éclairage, de mise en situation préalable étaient réunies pour tous les sujets et des essais préparatoires assez nombreux avaient lieu pour stabiliser leurs réactions (39 g).

Deux groupes de deux sujets ont collaboré :

groupe α étudiants
groupe β techniciens

chacun répétant deux fois les essais.

Dans le déroulement des expériences, les couples étaient présentés de manière aléatoire pour éviter tout effet d'accoutumance, en particulier les essais "direct" et "inverse".

Résultats.

Ils sont résumés dans le tableau ci-contre, où sont portées les moyennes respectives.

	α I	β	α 2	β	α 3	β
A B	5	5	8	8	6	I0
B C	I0	7	I0	I2	7	5
A C	4	4	I3	I0	5	5
C B	8	6	8	I2	6	8
B A	4	6	I0	8	8	4
C A	3	5	I2	I3	5	2

D_1 D_2	3	2	I
D_2 D_3	3	4	4
D_1 D_1	I	I	0

(les D diffèrent à chaque colonne, les 4 sujets sont identiques).

On remarque d'emblée la valeur peu élevée des nombres retenus (pas de tendance à mettre 0 ou 20), qu'il s'agisse ou non de techniciens. Ce fait résulte des explications données, le 0 n'étant valable que pour une identité absolue, le 20 pour la distance maximale que l'on puisse imaginer.

On a noté également la facilité avec laquelle les observateurs ont accepté cet essai, en approfondissant la comparaison d'ensemble de deux modulations. Pour un auditoire non prévenu, les réactions seraient spontanées et superficielles (en quoi la parole peut-elle ressembler à de la musique?...).

Autres observations :

- concordance satisfaisante à l'intérieur des groupes α et β

- concordance d'ensemble entre α et β , les réactions type "technicien" ou type "étudiant" sont analogues, mais les ordres de grandeur relatifs pour AB, BC, CA,.. ne sont pas toujours conservés. D'où appréciation différente de la distance; on est en droit de considérer cette concordance comme fortuite à l'intérieur des groupes, en raison du petit nombre d'essais.

- effet d'ordre, les distances BA et AB sont différentes, les grandeurs relatives sont conservées, ou très différentes (3^e groupe). Il est imputable aux transitions différentes entre séquences.

- réticences pour l'appréciation d'une distance nulle (D_I D_I) Devant ce résultat, on a présenté un son pur de I000 Hz en recommandant aux sujets de ne pas déplacer la tête pour éviter la perception d'ondes stationnaires :

proportion de réponses 0 = I/3

proportion de réponses I = 2/3

Il semble donc que l'équivalence rigoureuse de deux perceptions sonores, jugées par des sujets avertis, soit difficile à réaliser.

Remarque les relations qui définissent la distance en mathématiques sont, en dehors de la symétrie, exclue par nos essais :

(I) $d(x,y) = 0 \iff x=y$

(2) $d(x,y) \geqslant 0$

(3) $d(x,z) \leqslant d(x,y) + (y,z)$.

Il est clair que (2) est toujours réalisé. (I) aussi, par définition, si x et y constituent les perceptions, mais non les modulations physiques. Le tableau montre que (3) est exacte.

Par conséquent, nous adopterons ce terme de distance, en raison de son caractère intuitif et de l'analogie précédente avec le terme utilisé en mathématique, mais en l'appliquant aux perceptions elles-mêmes et non à leurs supports physiques.

Devant ces résultats positifs, nous avons considéré ensuite des distances entre modulations et sons de référence plus simples.

42 - SONS DE REFERENCE

Il s'agit de sons que nous pourrions appeler "énergétiques" en l'espèce le bruit blanc (à densité spectrale constante (211), le bruit rose (à densité spectrale inversement proportionnelle à la fréquence), ou un son pur de I000 Hz.

Le bruit blanc (BB) est couramment utilisé pour les mesures acoustiques, le bruit rose (BR), dont la définition est plus physiologique est préféré pour les mesures d'électro-acoustique et son intérêt s'est étendu à la conception d'appareils de contrôle de la modulation (212), basés sur courbe de pondération définie à partir du bruit rose. Le "I000 Hz" est d'utilisation constante en cabine de prise de son pour les alignements, l'équilibre des voies etc....

On connait aussi le "bruit de Belger" utilisé pour les mesures subjectives de rapport de protection en radiodiffusion, mélange de I6 modulations significatives superposées, dont le spectre est analogue à celui du bruit blanc. Mais subjectivement, l'effet manque de neutralité, on cherche instinctivement à percevoir des éclats de voix

ce bruit s'est révélé peu propre à une écoute globale.

Nous avons d'une part comparé, par évaluation des distances le bruit blanc, le bruit rose, et le ton pur entre eux, puis avec des modulations stéréophoniques.

Nous désignerons le bruit blanc par "BB"
le bruit rose par "BR"
le son pur de I000 Hz par "I000"

421 - Comparaison de BB, BR et I000 Hz.

A cinq niveaux moyens différents, on demandait à des sujets d'estimer de 0 à 20 la distance entre les paires BR-I000, I000-BB, BB-BR; chaque son était présenté pendant I5 secondes.

Les résultats ci-dessous sont les moyennes pour 8 sujets, chacun d'eux effectuant l'essai isolément et les précautions habituelles ayant été prises pour s'assurer d'une bonne compréhension du problème posé.

(dB)A	L	BR-I000	I000-BB	BB-BR
85	ff	9	7	5
78	f	I2	I2	8
70	mf	I2	9,5	4
62	p	I2	I0,5	5,5
55	pp	9	8,5	4

On observe une tendance très nette au tassement des impressions subjectives à niveau très fort ou très faible, la différenciation étant maximale à niveau d'écoute moyen. Bruit rose et bruit blanc sont jugés proches l'un de l'autre, mais non identiques; nous avons étudié leur comportement dans la comparaison avec le bruit blanc, ce qui revient à tester la différence statistique entre les 2 colonnes.

Le test de Student-Fisher appliqué aux deux suites constituées par les réponses individuelles au niveau mf donne $t = 0,4$; on peut seulement présumer qu'il n'y a pas de différence statistique entre les moyennes, car les variances ne sont pas égales.

Nous avons alors utilisé le test de Darmois (213).

x_i , y_i représentant les nombres respectifs des 2 colonnes,

on a calculé $d = \dfrac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\dfrac{\sigma_1^2}{n_1 - 1} + \dfrac{\sigma_2^2}{n_2 - 1}}} = I,32$ et $R\,(n_1 - 1,\ n_2 - 1) = 3,69.$

Comme on n'a pas $d > R$, ce test confirme qu'au risque 0,05, les deux premières colonnes du tableau précédent ne diffèrent pas statistiquement.

422 - Comparaison avec différentes modulations.

A 3 niveaux différents, dix modulations ont été comparées au son pur de I000Hz, au bruit rose et au bruit blanc. Deux sujets ont effectué les essais sur les 5 premières modulations, deux autres sur les suivantes.

Modulations :

I	Parole H	6	Jazz
2	Parole F	7	Orgue
3	Piano	8	Symphonique
4	Symphonique	9	Chant H
5	Chant F	I0	Chant F

On demandait de même aux observateurs de noter entre 0 et 20, la distance globale. A chaque comparaison on revenait au bruit de référence; des repos suffisants étaient ménagés pour éviter la lassitude. Les sujets travaillaient successivement.

Les résultats moyens sont résumés dans le tableau ci-après

Niveau	Réf.	Modulations I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
ff	BB	I5	7,5	I9,5	8,5	I5	7,5	6,5	I4,5	I4,5	8,5
	BR	8	I5	I3	I2,5	I7	9	9	7,5	I3,5	8,5
	I000	I8	I5,5	II	I7,5	I3,5	7	6	I6	I6	4,5
mf	BB	I2,5	7	II,5	I2,5	8,5	6,5	I3,5	7,5	I4,5	I0
	BR	I4	I5	I3,5	I2,5	I7	8,5	7	9	9,5	I3,5
	I000	I7	I3	I3	I6,5	I4	II	5	I5,5	I2,5	7
pp	BB	I5,5	I4,5	I4	I0,5	I2	4	8	9	I5	I5,5
	BR	I4,5	I5	I5	I4,5	I7,5	II	6	4	9,5	I3
	I000	I8	I5	9,5	I6,5	I4,5	I3,5	3	I3	I4	4

Le repérage a été jugé très facile sur BB ou BR, mais la nécessité de respecter l'immobilité de la tête en raison des ondes stationnaires a mis en évidence un inconvénient très important du I000.

Bien que la comparaison de la sonie du bruit blanc et du son de I000 Hz ait pu être faite dans de bonnes conditions au laboratoire (214), l'inconvénient précité est beaucoup plus important, car il s'agit d'écouter dans des conditions comparables le son pur et la modulation. Cette observation se ferait en cabine de prise de son et le repérage précis de la position de la tête serait naturellement inapplicable. C'est pourquoi nous avons, à ce stade, éliminé le ton pur de I000 Hz.

Le tableau montre une différence très importante pour certaines modulations entre BB et BR, elle-même très variable selon le niveau d'écoute (modulations 2, 5, I0 par exemple). Bien que statistiquement (en appliquant le test des + et des - à l'ensemble des 30 résultats BB et BR du tableau) on puisse conclure au risque 0,I0 à l'identité statistique de BB et BR, il reste que ces divergences montrent une différence très nette concernant certains essais. On ne peut donc indifféremment choisir l'un ou l'autre de ces bruits, et compte tenu de la préférence marquée des observateurs pour le bruit rose, ce dernier parait préférable.

Nous avons effectué, sur deux sujets qualifiés, une dernière étude comparative, basée cette fois sur un réglage objectif.

423 - Comparaison objective du bruit blanc et du bruit rose.

On demandait d'égaler le bruit blanc ou le bruit rose aux dix précédentes modulations. Les essais étaient réalisées dans le studio M, au moyen du potentiomètre multiple comportant la possibilité de commande d'une tension auxiliaire de 1000 Hz, ce qui permettait d'enregistrer les réactions.

Chaque sujet travaillait isolément, le terme "égaler" était amplement commenté. Il s'agissait d'équilibrer globalement les impressions ressenties à l'écoute d'un bruit ou d'une modulation significative, et non d'égaler des forces sonores. Aucune difficulté particulière n'est apparue pour cette opération et c'est très consciemment que des modulations relativement faibles ont été représentées par des bruits relativement intenses. L'opération revenait à égaler en quelque sorte pour deux types de sons très différents, l'encombrement de l'espace subjectif.

Deux niveaux de travail 80 dB, 50 dB, niveaux moyens d'ensemble. Chaque présentation durait 15 secondes; l'observateur règlait la position de son potentiomètre, qui entre chaque séquence, était ramené au niveau commun de réglage.

Les résultats ci-dessous sont exprimés en décibels (électriques); ce sont les différents réglages du potentiomètre, repérés par les paliers de la courbe tracée à l'enregistreur Bruel et Kjaer.

Modulations

			I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FORT	BB	1er sujet	+2	-7	+5	-7	+4	-7	-8	-7	-8	-12
		2e sujet	-1	-1	-1	0	-7	-2	-6	-10	-6	-13
	BR	1er sujet	-6	-13	+3	-14	-10	-3	-9	-7	-8	-12
		2e sujet	-4	-4	+3	-11	-6	-3	-13	-5	-8	-13
FAIBLE	BB	1er sujet	-2	-7	+8	+2	-14	+1	+1	-3	-2	-7
		2e sujet	-7	-7	-3	-3	-6	0	-6	+1	-1	-8
	BR	1er sujet	-4	-8	+7	-14	+8	-4	-3	-1	-3	-8
		2e sujet	-11	-6	-3	-9	-4	-1	-6	-1	-5	-8

On voit combien les règlages diffèrent d'une modulation à l'autre, bien que leur niveau moyen objectif soit constant. L'influence du niveau d'écoute est manifeste, mais dans un sens ou dans l'autre suivant les modulations; de même celle des sujets (chacun d'eux traitait en une séance 5 modulations, mais effectuait l'ensemble de l'essai, on éliminait ainsi la variabilité dans le temps).

Etudions plus particulièrement l'influence du bruit de référence. Pour cela transformons le tableau précédent en indiquant pour chaque ligne, l'ordre de classement de chaque modulation.

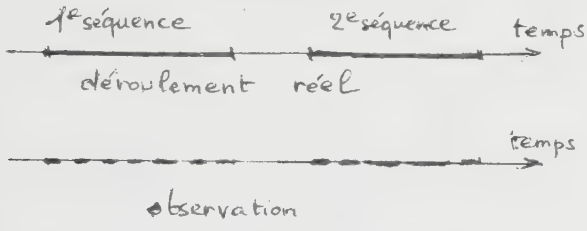
On obtient :

F	BB	I^e	3	4	I	4	2	4	8	4	8	I0	2,2
		2^e	2	2	2	I	8	5	6	9	6	I0	
	BR	I^e	2	9	I	I0	6	4	7	3	4	8	I,8
		2^e	3	3	I	8	6	2	9	5	7	9	
f	BB	I^e	5	2	I	3	I0	4	4	8	6	9	3,I
		2^e	8	8	4	4	6	2	6	I	3	I0	
	BR	I^e	6	8	2	I0	I	6	4	3	4	8	2,0
		2^e	I0	7	3	9	5	I	6	I	4	8	

Le test des signes (136 b) appliqué entre BB et BR aux 40 réponses ne montre pas de différences significatives. Dans la dernière colonne du tableau est portée la moyenne de la différence des ordres donnés par les sujets. Elle est nettement inférieure pour le bruit rose. C'est pourquoi, tenant compte aussi du fait que tous les observateurs l'ont reconnu d'écoute plus agréable, nous avons choisi ce bruit comme référence commune.

43 - DISTANCE LOCALE, DISTANCE GLOBALE.

L'opération psychologique dont résulte la sensation de distance peut s'imaginer ainsi : on sélectionne dans chacune des présentations sonores un certain nombre de critères, ce qui revient à observer plus particulièrement à des instants ou pendant des durées privilégiées (inscrites en trait plus fort sur le schéma).



La perception séquentielle des critères utiles survenant pendant les $\Delta\tau$ et les $\Delta\tau'$ serait intégrée en une impression d'ensemble, dite "distance globale". La comparaison de certains critères localisés dans certains $\Delta\tau$ ou $\Delta\tau'$ donnerait alors une sensation de "distance locale".

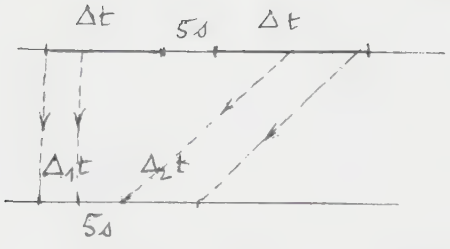
Les processus intervenant dans l'établissement de la distance relèveraient de l'identification de signaux dans un catalogue général (215), mise en mémoire de situations diverses fournissant un échelonnement de distances. Ce catalogue est-il ou non conscient pour l'observateur? Oui pour le preneur de son de métier, jugeant sur des critères simples et relativement objectifs, non dans le cas le plus général où les éléments d'appréciation se présentent de manière éminemment variable selon les modulations et les sujets.

On remarque dans ce modèle, qui nous a été suggéré par notre expérience des écoutes critiques, le rôle essentiel du "temps intérieur" d'une oeuvre sonore (215), particulièrement important d'ailleurs en radiodiffusion où l'oreille est livrée à ses seules ressources.

Nous avons réalisé au "studio M" trois essais progressifs concernant ces divers aspects de la distance en abordant à cette occasion le problème des enchaînements.

43I - Influence sur la distance de la durée des séquences.

On a étudié 5 couples de présentations de durée commune Δt, $\Delta t'$. Sur ces modulations durant I minute, on a fait écouter, à



partir du début de chacune d'elles des durées $\Delta_1 t$, $\Delta_2 t$
Deux magnétophones démarrés ou arrêtés à des instants chronométrés, permettaient de réaliser cette écoute. Pour résumer, nous dirons dans la suite que nous avons "prélevé $\Delta_1 t$ et $\Delta_2 t$ ".

Les précautions usuelles (manoeuvre d'un potentiomètre à la disposition de l'opérateur) étaient prises pour éviter les "chocs" perturbateurs et les coupures trop brusques. Les transitoires inévitables, quelque peu artificiels, étaient aussi brefs que possible et reproductibles d'un essai au suivant, l'opérateur étant convenablement entraîné.

On demandait d'évaluer entre 0 et 20 la distance entre les deux présentations successives, le même type d'explications était donné que pour les essais introductifs.

Deux sujets différents, chacun intervenant deux fois.
Deux niveaux (90 dB ou 60 dB moyens, mesurés au sonomètre)
Relief monophonique et stéréophonique.

Résultats Le tableau ci-joint montre l'ensemble des réponses.

STEREO

		FORT					FAIBLE				
		durées Is	5s	I5s	30s	Imn	Is	5s	I5s	30s	Imn
Chant H Parole F	I^e sujet	8	I0	8	8	9	3	I	8	5	8
		2	5	7	I0	I2	3	4	6	6	I4
	2^e sujet	I	4	7	9	I5	3	5	8	I5	I0
		2	4	6	I0	I3	2	5	6	6	I2
Chant F Symph.	I^e sujet	6	6	4	3	8	8	3	8	8	8
		8	7	6	6	3	2	4	8	I0	I4
	2^e sujet	6	6	8	9	I0	2	7	II	I0	I2
		2	5	5	7	I0	3	7	9	I2	I3
Symph. Piano	I^e sujet	5	8	6	4	4	I8	I8	4	4	I6
		I0	8	6	4	I2	I4	I2	I2	I2	I4
	2^e sujet	I0	8	II	I2	I3	8	I0	II	I5	I6
		5	I2	I5	I3	I4	9	I4	II	I4	I5

MONO

		FORT					FAIBLE				
Speaker H Speaker F	I^e suj.	3	4	7	8	7	3	3	I	2	4
		3	4	8	8	8	3	0	I	3	I
	2^e suj.	6	2	4	3	4	0	3	2	2	2
		4	3	4	3	4	0	I	I	I	2
Orgue Jazz	I^e suj.	I2	I0	I6	I6	I2	6	I0	I2	6	6
		I0	I2	I4	I5	I4	I0	I0	I2	I0	8
	2^e suj.	6	8	I2	I3	I5	4	5	6	7	I0
		5	I2	II	I3	I5	3	6	8	8	8

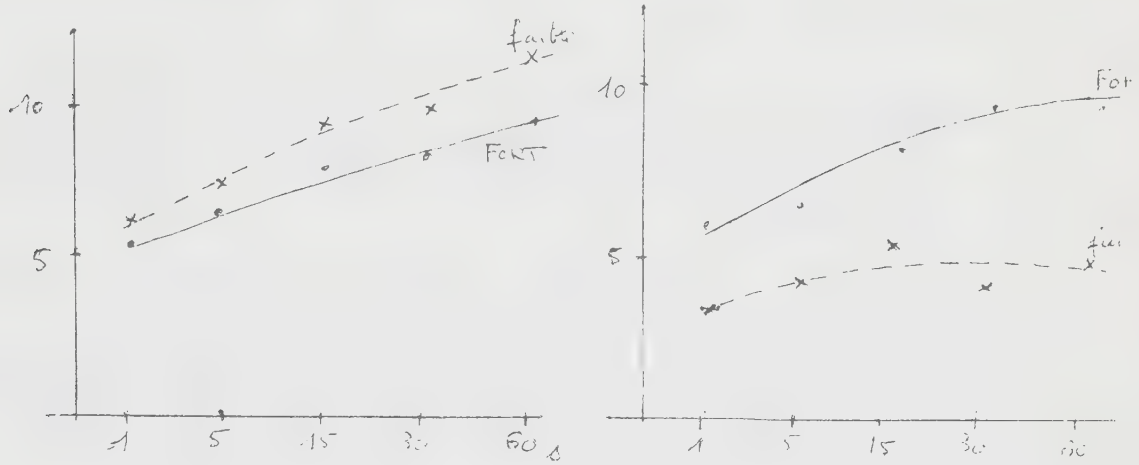
Observations générales:
- tendance très nette, sauf dans quelques cas, aux notes plus basses pour les durées courtes, au niveau fort ou faible.
- pas de différence apparente entre mono et stéréo.
- bonne concordance d'ensemble pour chaque sujet, comme le montre le test de la médiane pour un certain nombre de modulations. Pour d'autres, seul l'ordre "en ligne" est à peu près conservé.

Les deux sujets n'échantillonnent pas les mêmes Δt ou $\Delta t'$. Par exemple dans la comparaison "symphonique-piano", les résultats sont équivalents pour la durée egale à I minute et très différents pour I seconde. L'impression globale se résout en impressions locales différentes.

Nous avons calculé les moyennes pour chaque colonne à Δt constant. D'où le tableau

	FORT					FAIBLE				
	5	I0	I5	30	60	5	I0	I5	30	60
STEREO	5,4	6,9	7,4	7,9	9,4	6,3	7,3	8,3	9,9	I2,7
MONO	6,I	6,9	8,7	9,9	9,9	3,6	4,7	5,5	4,4	5,I

et les graphiques:

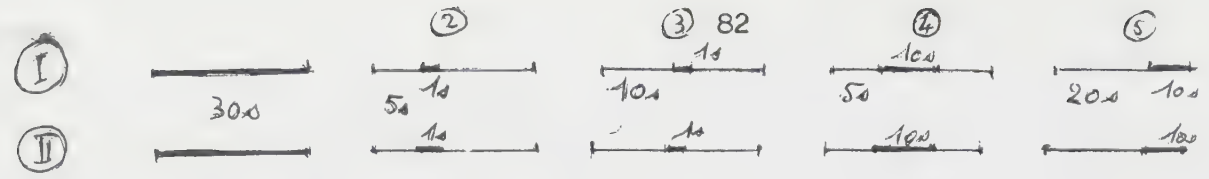


Il apparait alors une différence sensible pour les modulations mono et les modulations stéréo, et dans ce dernier cas une croissance logarithmique tres nette de la distance en fonction de la durée un nivellement (réduction de la distance) se produit à niveau faible ou fort suivant les cas.

Cet essai, bien que réalisé sur une échelle réduite, justifie, par la coherence des résultats et des graphiques, la notion de distance et montre l'influence de la durée d'écoute.

432 - Distance locale et globale

Pour mettre en évidence les modalités d'une distance locale, on a cherché comment définir celle-ci en comparant des parties différentes de deux modulations. Par exemple, nous avons effectué les écoutes comparatives à partir de deux sequences I et II, durant à l'origine chacune 30 secondes, mais écoutées pendant une durée variable et située de manière différente dans le temps. Le schéma qui suit montre, en trait appuyé, la partie utile:



Ces conditions de découpage peuvent être symbolisées par 0/30, 5/I, IO/I, 5/IO, 20/IO.

Des précautions étaient prises pour que les extraits de I et II soient séparés par un silence constant de 5 secondes et pour éliminer les transitoires de commutation, d'attaque et de fin.

Les modulations I et II étaient choisies dans deux groupes:

groupe I	A	speaker H	groupe 2	A'	chant H
	B	speaker F		B'	chant F
	C	piano		C'	orgue

Le choix de ces modulations et de leur découpage a été particulièrement difficile, car l'on veut étudier les distances entre l'impression globale pour A, et l'impression globale pour B, par exemple, en éliminant le "hiatus de transition" A/B. Pour cette raison on s'est attaché à ce que dans tous les cas expérimentaux, la transition ne soit pas plus ou moins "abrupte". Ce fait a été vérifié par une écoute professionnelle.

Trois sujets (presumés homogènes) intervenaient pour chaque groupe. On leur demandait d'estimer entre 0 et 20 la distance entre présentations successives; ils avaient été soumis aux démonstrations et aux explications permettant d'obtenir des réactions correspondant à la présente recherche et non des appréciations superficielles de force sonore.

Les comparaisons, véritables enchaînements, ou transitions acoustiques, AA, AB, AC, BC, CA ont été étudiées dans ces conditions et ce suivant un plan en carré latin 5x5:

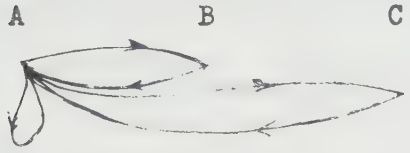
	0/30	5/I	IO/I	5/IO	20/IO
0/30	CA	AA	AB	AC	BA
5/I	BA	CA	AA	AB	AC
IO/I	AC	BA	CA	AA	AB
5/IO	AB	AC	BA	CA	AA
20/IO	AA	AB	AC	BA	CA

Ce plan d'expériences est de type

	y_I	y_2	y_3	y_4	y_5
x_I	ε	α	β	γ	δ
x_2	δ	ε	α	β	γ
x_3	γ	δ	ε	α	β
x_4	β	γ	δ	ε	α
x_5	α	β	γ	δ	ε

Les lignes (x) correspondent aux "conditions de prélèvement" de la première séquence de la transition représentée par une case donnée, les colonnes (y) à celles de la deuxième séquence, et les lettres grecques à la nature de la transition.

Le choix des transitions (5 types a partir de 3 modulations répond au schema ci-contre; l'ensemble du plan d'experiences permettant de tirer le maximum d'enseignements d'un nombre relativement limité d'essais, et en n'utilisant que trois modulations a chaque fois.



Les presentations correspondant aux differentes cases du carre latin etaient écoutees au hasard, pour éviter au maximum l'accoutumance et la monotonie; l'emploi de trois magnétophones autorisait cette précaution.

Résultats:

Pour chaque sujet, ils se présentent sous la forme d'un tableau de 25 nombres compris entre 0 et 20. Pour chaque groupe de 3 sujets, on peut constituer un tableau de 25 lignes et 3 colonnes et tester l'homogenéité des reponses par analyse de la variance (136 g) . On obtient ainsi des rapports F de Snedecor egaux a 3,2 et 5,4, correspondant pour 24 et 2 degres de liberté à des différences non statistiquement significatives. Dans ces conditions, et pour chaque groupe, nous avons retenu la moyenne des 3 observations.

Groupe I

	0/30	5/I	I0/I	5/I0	20/I0
0/30	I3	7	I5	I5	I3
5/I	I2	I2	6	I2	9
I0/I	I3	I0	I2	4	I5
5/I0	I3	I6	I2	I3	5
20/I0	7	I4	I5	I2	I5

Groupe 2

	0/30	5/I	I0/I	5/I0	20/I0
0/30	I3	7	I0	I3	6
5/I	I0	9	3	6	I0
I0/I	I5	3	6	6	6
5/I0	5	I0	6	I0	2
20/I0	I	6	I0	4	9

L'analyse de la variance (149 c), permettant de tester la signification des lignes, des colonnes et des lettres grecques, c'est-à-dire du découpage Iere séquence, découpage 2ème séquence, type de transitions, conduit aux tableaux suivants:

Groupe I

Variance entre	degrés de liberté	Sommes de carrés	Carrés moyens	F Snedecor
lignes	4	$5(m_1-m)^2$ = 23	5,6	4,4 S
colonnes	4	$S\ 5(m_j-m)^2$ = I8	4,5	3,5 S
lettres gr.	4	$S\ 5(m_n-m)^2$ = 222 lettres	55,5	44,5 ES
Résidu	I2	~ I5	I,25	
Totale	24	$SS(x_{ijk}-m)^2$ = 278	0,05 $F(4,I2) = 3,26$	

Groupe II

lignes	4	$5(mi-m)^2$ = 42	I0,5	2,2 AS
colonnes	4	$S\ 5(mj-m)^2$ = I5	3,8	0,8 NS
lettres gr.	4	$S\ 5(mn-m)^2$ = I9I	47,5	I0,0 TS
Résidu	I2	58	4,8	
Totale	24	$SS(x_{ijk}-m)^2$ = 306		

Dans tous les cas l'influence des lettres, c'est-à-dire de la nature des messages est extrêmement significative. Quant à celle des lignes et des colonnes (choix temporel de la première ou de la deuxième séquence) elle est significative pour les trois premières modulations, non significative pour les trois autres. Le découpage des premières séquences ("avant") de chaque enchainement sont plus importants que ceux des deuxièmes séquences ("arrière").

L'ensemble des résultats concernant le groupe 2 est moins significatif que pour le groupe I. L'introduction de la parole en est probablement la cause, ou bien le fait que les sujets diffèrent dans les deux groupes. En toute rigueur, on doit considérer ces essais portant sur deux groupes différents (sujets X modulations) et s'intéresser particulièrement aux résultats généraux communs signalés précédemment.

De la présente série, on peut conclure à:

- l'importance plus grande de la séquence "avant".
- l'influence du mode de prélèvement temporel
- l'importance maximale de la nature des transitions acoustiques.

La validité de la notion de distance se trouve confirmée, quelque soient les découpages, par la facilité relative avec laquelle ont été obtenus les tableaux précédents, la cohérence apparente des nombres, qui est encourageante pour la poursuite de ces essais.

Le plan d'expériences est imparfait pour étudier l'influence de l'ordre des séquences. Comparons, a titre indicatif seulement, les moyennes des résultats pour les 5 transitions de type AA, AB, AC, CA:

	Groupe I		Groupe 2
AA	5,8	AA	3,6
AB	I3,8	AB	6,6
BA	II,8	BA	5,8
AC	I3,6	AC	II,6
CA	I3,0	CA	9,4

On observe une assez forte distance AA, due à la différence des découpages; les distances pour AB, AC sont systématiquement plus fortes que pour BA, CA, mais on ne peut conclure.

D'où la nécessité de réaliser un essai prévu pour étudier particulièrement l'influence de l'ordre des séquences.

433 - Symétrie de la distance.

L' "effet d'ordre" est tout à fait courant en psychoacoustique et se rencontre dans tous les essais ou l'on compare des perceptions complexes (217) . Il s'agit ici de comparer d(A,B) et d(B,A). Il faut pour cela que l'on ne compare pas les hiatus A/B et B/A, effet de proximité, qui est bien entendu différent dans les deux cas.

On désire, en effet, comparer ici la distance entre impression d'ensemble de A et impression d'ensemble de B ou vice-versa.

Les précautions prises pour l'essai que l'on vient d'exposer se sont révélées suffisantes dans le cas présent, et nous avons employé les mêmes modulations de base.

Selon les mêmes modalités que précédemment, nous avons réalisé le plan d'expériences suivant:

	0/I5	0/I	5/I	0/I5	0/I	5/I	
0/I5	AA	AB	AC	A'A'	A'B'	A'C'	0/I5
0/I	BA	BB	BC	B'A'	B'B'	B'C'	0/I
5/I	CA	CB	CC	C'A'	C'B'	C'C'	5/I
0/5	AA	AB	AC	A'A'	A'B'	A'C'	0/5
5/5	BA	BB	BC	B'A'	B'B'	B'C'	5/5
I0/5	CA	CB	CC	C'A'	C'B'	C'C'	I0/5
	0/5	5/5	I0/5	0/5	5/5	I0/5	

0/5 I5s
5/I 1
I0/5 5

Deux sujets seulement, chacun exécutant l'ensemble du plan: le premier était un étudiant particulièrement consciencieux, le second un technicien autodidacte. Bien que leur formation fût très différente, intellectuelle ou pratique, elle présentait le trait commun de ne pas comporter la routine d'une écoute "haute fidélité".

Résultats:

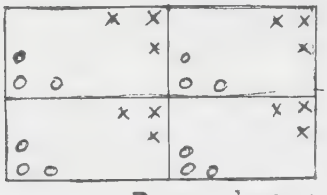
	1er sujet						2ème sujet					
	groupe I			groupe 2			groupe I			groupe 2		
	0/I5	0/I	5/I	0/I5	0/I	5/I						
0/I5	2	I8	20	4	I2	I5	3	3	7	0	6	II
0/I	I6	I	I8	I8	0	5	5	0	8	5	0	6
5/I	I2	I8	0	I5	8	2	4	7	0	I0	6	0
0/5	I	I4	I7	I	3	I0	3	5	7	0	5	I2
5/5	I2	0	I8	5	0	9	4	0	I0	4	0	8
I0/5	I2	I8	I	II	8	I	7	9	0	8	7	2
	0/5	5/5	I0/5	0/5	5/5	I0/5						

Il est évident que les deux sujets ont des échelles différentes et nous ne pouvons considérer la moyenne des deux tableaux; c'est pourquoi nous étudierons l'ensemble des résultats:

- Bonne concordance entre les ordres relatifs de chaque case pour les deux sujets (surtout quadrants nord-ouest et sud-est)
- La diagonale non principale des tableaux permet d'estimer l'effet d'ordre "pur" (AA, ...). Il est très faible, mais non nul et, pour le 2ème sujet, quelquefois aussi important que pour des comparaisons hétérogènes (A'B' ...).
- Aucun des 8 tableaux partiels n'est symétrique, on peut relever des différences significatives entre cases symétriques, dans le cas d'extraits courts (Iseconde) ou plus longs (5 secondes).

	1er sujet		2ème sujet	
	Court	long	Court	long
AB - BA	2	2	-2	I
AC - CA	8	5	3	0
BC - CB	0	0	I	I
A'B' - B'A'	-6	-2	I	I
A'C' - C'A'	0	-I	I	4
B'C' - C'B'	-3	I	0	I

L'ordre de grandeur de ces écarts dépasse souvent celui des combinaisons homogènes, et l'on observe une dissymétrie très nette.



Pour confirmer ce fait, nous avons tester l'hypothèse nulle de la différence entre les valeurs respectives x et leurs symétriques o (149 f). Si $\overline{di}$ est la moyenne des différences di, leur écart-type, la variable de Student-Fisher est

$$t = \frac{\overline{di}}{\sigma/\sqrt{N}} = \frac{\overline{di}\ \sqrt{I2}}{\sigma}$$

$t_{11}^{0,05} = 2,2$
$t_{11}^{0,10} = 1,8$
$t_{11}^{0,20} = 1,4$

Pour chaque tableau, on obtient:

I^{er} sujet :	t = 0,6	NS
2ème sujet :	t = I,8	PS

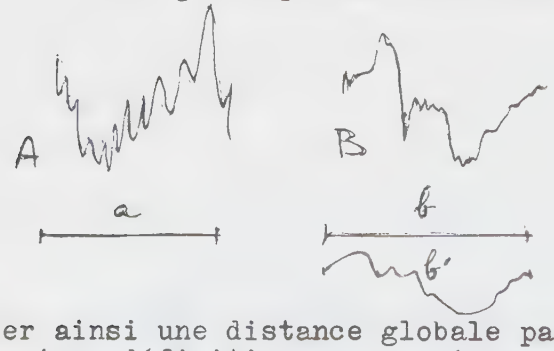
Ainsi, bien que pour les cas isolés la dissymétrie de la distance soit évidente, on ne peut affirmer son existence statistique que pour le second sujet. Cette conclusion, valable dans le cadre limité du présent essai, confirme cependant une influence importante de l'ordre des séquences dans les présentations couplées et laisse prévoir un rôle différent des deux séquences constituant un enchaînement.

Cette propriété éloigne la distance subjective du concept mathématique correspondant.

44 - DISTANCE ET REGULATION DU NIVEAU.

Dans les expériences qui précèdent, le sujet était soumis à des impressions sonores et devait fournir par une opération abstraite, des renseignements chiffrés. Il n'avait aucun moyen d'action sur les sons qui lui étaient présentés.

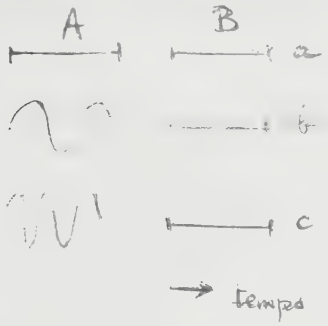
Le preneur de son, lui, est actif. Sa réaction, devant le concept de distance est de la corriger ou de l'adapter. Distance entre deux modulations, cas des enchainements, ou entre une modulation réelle et son modèle idéal, cas de la régulation dynamique du niveau sonore. Il était donc nécessaire de compléter les essais précédents par de nouveaux, dans lesquels les observateurs joueraient un rôle actif et procéderaient eux-mêmes au reglage.



Le principe est le suivant: soient deux modulations A et B, le règlage du niveau électrique (position du potentiomètre) étant représenté en fonction du temps par des segments horizontaux a et b. Si l'équilibre d'ensemble n'est pas satisfaisant, c'est à-dire si la distance subjective est importante, on peut modifier b pour obtenir b', ce qui réalise localement une distance (A,B) variable. On peut espérer compenser ainsi une distance globale par des modifications locales, en agissant en définitive sur le niveau sonore. Si A et B sont deux échantillons A et A' de la même modulation dont la dynamique serait réglée de manière différente, on réalise le modèle ci-dessus, confrontation d'une régulation réelle A' avec une régulation de référence A.
En distinguant (218) la force sonore de sensation et de perception, celle-ci tenant compte de la signification des sons, on peut dire que l'on compense des variations de la seconde par un reglage fin de la première. C'est en somme la primauté reconnue au récepteur psychologique (219), pour définir le contenu informatif des messages.

44I - Compensation à long et à court terme

a) Dans une première série d'essais, nous avons cherché à mettre en évidence la possibilité d'une compensation entre deux modulations.

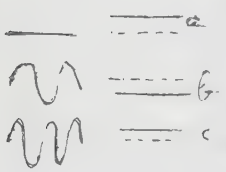


Soient deux modulations A et B. Un sujet, après avoir écouté A, règle le potentiomètre du studio M pour la modulation B, de manière à réaliser un équilibre d'ensemble. Le réglage de B devait consister en une variation constante du niveau moyen, le potentiomètre devait donc atteindre une nouvelle position fixe. Cet équilibre d'ensemble correspondait à la distance nulle. Dans les essais b et c, on imposait au niveau de A des variations de plus en plus complexes en fonction du temps, suivant une courbe d'évolution bien définie.

Plusieurs sujets participaient à cette expérience, chacun répétant 4 fois le même type de règlage.

Les nombres portés dans les tableaux qui vont suivre sont les dénivellations, en décibels électriques, par rapport à un règlage initial, convenant à l'opérateur, le même pour une série donnée de modulations.

I°/ | A jazz (30s) / B orgue (30s) | 3 sujets de compétence diverse (I moyen, 2 non, 3 très), chacun 4 fois



I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3
6	5	2	5	5	2	3	-I	2	4	3	0
3	6	-8	4	0	-8	-3	-2	-7	5	I	-I0
-3	7	-5	-4	-3	-5	2	-2	-6	3	4	-7

Le niveau de l'orgue était modifié par rapport à celui du jazz. On voit que pour le sujet très compétent (intelligence et vivacité des reponses), 2 essais sont identiques, le 3ème peu différent et le 4ème conserve l'ordre. Pour le sujet incompétent (dont on s'est servi exceptionnellement à titre de test, on observe une certaine corrélation entre a et b.

2°/ | A parole F (30s) / B parole H (30s) | 2 sujets (I très compétent, 2 non), chacun 4 fois

	I	2	I	2	I	2	I	2
a	-5	-8	-5	-I0	-7	-8	-5	-I0
b	-I0	-9	-I4	-I5	-I4	-I8	-I2	-20
c	-I5	-I3	-20	-I7	-I3	-I5	-I6	-I6

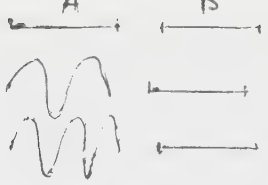
La concordance est bonne dans le premier cas pour a b c, pour a b et a c dans le second cas.

3°/ Remarque. Le temps de réaction constituant le règlage de B était de 5 à I0 secondes au plus, aucun des observateurs n'a ressenti de gêne pendant la fin de l'écoute (durée de B = 30 secondes), ceci laisse supposer que l'on peut en 5 à I0 secondes se faire une idée précise des caractéristiques dynamiques globales d'une modulation Cette durée sera prise en compte dans les essais statistiques ultérieurs.

b) Deuxième partie: la validité d'une telle compensation étant acceptable, nous avons procédé à la comparaison de la compensation directe ou inverse.

I°/ | A Chant F (30s) / B Chant H (30s) | I sujet expérimenté, 2 fois

DIRECT



88

a	-8	6
b	-2	-4
c	-6	-6

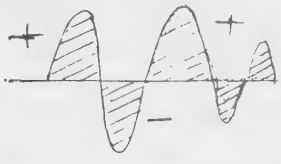
résultats concordants

INVERSE B étant donné, le sujet règle A, selon les types ou

ou , qui représentent qualitativement la variation de la position du potentiomètre en fonction du temps, enregistrée à l'aide d'une tension auxiliaire de I000 Hz. Par conséquent, on règle le chant F sur le chant H pour obtenir une distance nulle.

Les variations d'allure sinusoïdale étaient obtenues de manière reproductible au moyen d'un guide graphique et d'un chronomètre. On imposait donc a l'observateur les modalités de compensation, mais il pouvait jouer, dans ce cadre, sur les positions réelles du potentiometre. Des essais ont été également réalisés avec guide, sans chronomètre et sans guide, ni chrono, le sujet sachant qu'il devait seulement réaliser selon les cas 2 ou 3 maxima.

La possibilité d'un équilibrage satisfaisant a été reconnue possible et même facile.



Le dépouillement des enregistrements a montré que pour la compensation de type a^{-1}, le réglage s'établissait à -9 dB (excellente concordance avec l'opération directe); pour les compensations de types b^{-1} et c^{-1}, les droites telles que les aires + ou - soient égales se retrouvent à I dB près dans les 4 essais avec chronomètre et 3 dB près sans guide, ni chrono.

Il semble que la régulation effectuée par le sujet en agissant de manière oscillatoire sur le potentiomètre soit beaucoup plus précis et reproductible que si l'on impose un déplacement unilatéral; on conserverait donc une mémoire satisfaisante des premiers réglages pour aboutir à une compensation d'ensemble, ce qui met en évidence des possibilités d'intégration temporelle étendues à 30 secondes. Le réglage "en bloc" met lui, en évidence des possibilités d'intégration prévisionnelles d'une vingtaine de secondes.

2°/

A	Parole F
B	Parole H

I sujet

Mêmes essais

DIRECT

a	-II	-I3
b	-23	-20
c	-20	-I5

l'ordre relatif est bien conservé

INVERSE

De multiples essais montrent que la droite de position moyenne, sur l'enregistrement des déplacements du potentiomètre, est définie à I dB près.

3°/

A	Jazz
B	orgue

Essais réalisés avec 2 sujets

DIRECT

	I^{er} sujet		2^{e} sujet	
a	5	+3	+8	+8
b	-4	-4	-4	-4
c	+4	+I	+I	+2

essai répété 2 fois

Concordance très remarquable pour le 2ème sujet

INVERSE	I^er sujet	2^e sujet
	I dB près	I dB
	4 dB ---	2 dB

Les conclusions prévues au début de ce paragraphe sont donc bien confirmées.

c) Troisième partie. Dans les essais précédents, l'effet de non-symétrie était masqué puisque le type de régulation imposé au sujet n'était pas le même (pour b et c) dans le cas direct ou inverse. Nous avons réalisé des essais de règlage B(A) et A(B) en demandant au sujet de manipuler le potentiomètre sans lui imposer de méthode particulière. Chaque essai a été réalisé 3 fois, par 2 sujets. La droite de position moyenne a été repérée dans chaque cas.

- (PH/PF réglages concordants à 0,5 dB près ($\pm$ 0,25 dB)
- (PF/PH réglages concordants à I dB près ($\pm$ 0,5 dB)

Mais le règlage inverse est réalisé à un niveau de 8 dB supérieur au premier (les séquences étaient naturellement choisies pour que les niveaux physiques respectifs rapprochés lors de l'essai direct ou inverse soient égaux).

(Symph.A/ Symph B règlages concordants à 5 dB près ($\pm$ 2,5)
(Symph.B/ Symph.A règlages concordants à 3 dB près ($\pm$ I,5)

L'effet de dissymétrie se traduit par un écart systématique de 3 dB.

d) en conclusion, on peut dire que l'impression globale se traduisant par la realisation d'une distance nulle est obtenue soit par des compensations locales ou globales; l'effet de mémoire pour cette operation est valable pour au moins 30 secondes, l'effet de prévision pour 20 secondes. Ces valeurs seront retenues pour les essais sur les enchaînements.

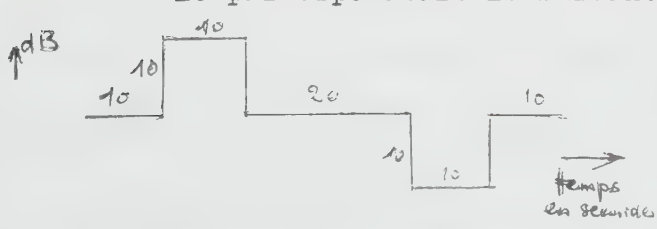
Pour les modulations étudiées on note une tendance apparente à l'égalisation des niveaux moyens entre différents règlages de même type, mais cette observation ne constitue pas la loi de base des enchainements, sinon l'effet de non-symétrie observé n'existerait pas.

442 - Compensation d'ensemble. Nous avons recherché de manière plus détaillée quelles étaient les réactions d'un opérateur entrainé lorsqu'on lui a demandé de règler lui-même le niveau sonore d'une modulation pour la rendre équivalente (distance nulle) à une modulation donnée.

Nous partions ici d'une même modulation de base; il s'agissait donc d'étudier l'equivalence possible entre 2 régulations.

I°) Réaction au double créneau (3sujets)

Le principe était le suivant:



L'operateur imposait à une modulation durant une minute les variations de niveaux ci-contre. Le sujet, ayant écouté le résultat de cette operation devait ensuite, sur la modulation initiale, réaliser un reglage équivalent, mais suivant différentes modalités; le but était toujours d'obtenir une compensation de distance globale par des variations de niveau localement différentes dans les deux modulations. On demandait ensuite au sujet de noter sur 5 le résultat atteint (la note maximale correspondant à une compensation parfaite).

Deux personnes prenaient part, successivement, aux essais. Modulations utilisées: parole H, jazz, symphonique, chant H, chaque essai repris 3 fois.

Résultats:

a) compensation en cherchant à réaliser le même créneau réussite: en moyenne 4/5, 3/5. L'échelle de temps n'est pas respectée, mais les variations de niveau le sont à I dB près

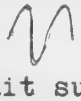
b) compensation par montées et descentes rapides et continues réussite: 4/5, 3/5, niveaux extrémaux très variables.

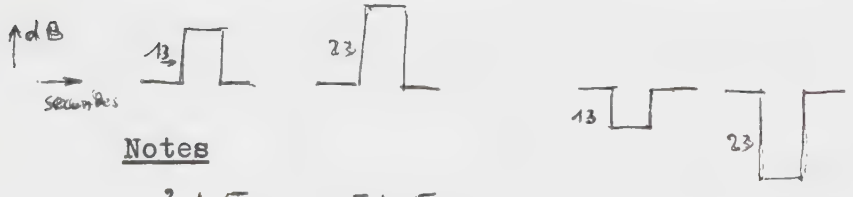
c) compensation analogue, mais avec petits paliers réussite: 4/5, 3/5.

Donc, pour deux sujets très différents, l'un très, l'autre moyennement compétent, très bons résultats objectifs concordants pour ces modulations et compensations variées. Possibilité d'équilibrer le créneau sans hésitation. Le niveau moyen est respecté le plus souvent à ± I dB, voire à ± 0,5 dB près.

2°) Etude des réactions à des profils simples de paramètres variables (créneaux en creux ou en relief, montées, descentes ± rapides).

Modulation: chant H

Un seul sujet, très entrainé, effectuait des compensations de type ,  , , 3 essais successifs dans chaque cas. Il notait sur 5 le degré de réussite, selon lui, de ce réglage (le niveau moyen de la présentation par l'opérateur était ajusté à une valeur comparable dans les divers cas).



Notes

3, 4, 5 5, 4, 5 3, 4, 4 4, 3, 4

Notes

5, 4, 4 4, 4, 5 5, 4½, 3 4, 2, 5

Des essais analogues effectués sur du bruit blanc, ont donné des résultats équivalents.

On observe un traitement différent des "bosses" (maxima de niveau moyen) et des creux , minima de niveau moyen), les sujets réagissent de manière plus nette aux premières qu'aux secondes et il existe une tendance systématique à adoucir les bosses, donc corrélativement, abaisser les minima. Un

effet de présence, impact plus net dans l'espace subjectif doit donc être porté au crédit des maxima de niveau.

3°/ On peut conclure à la possibilité sans équivoque d'une telle compensation globale, le niveau moyen objectif étant bien conservé; la distance globale serait donc liée à ce niveau moyen. Il est bien certain que c'en est un facteur important, comme le montre la considération de modulation présentant des niveaux moyens très différents - si l'on rapproche ces niveaux, la distance diminue évidemment - Mais ce n'est pas le seul, si l'on considère la dissymétrie subjective de transitions acoustiques à niveau moyen constant.

Nous pouvons ainsi apprécier plus exactement la notion de distance, qui devient très rapidement familière aux observateurs et de manipulation aisee. Elle peut s'interpréter en considérant l'audition comme un calculateur couplé à différents programmes d'abstraction (220), d'où le rôle central joué par l'analyse sémantique effectuée par le cerveau. Il s'y ajoute une propriété très importante: le cerveau joue le rôle de discrétiseur (221) transformant des phénomènes flous en concepts précis, source des réactions objectives.

La perception d'une modulation comporte l'appréciation de structures de divers ordres (8d, 112b), s'incluant respectivement : par exemple, pour la musique :

structures élémentaires	(durée 50 ms)
microstructures	(durée de I/2 à Is)
structures intermédiaires	(2 à IO secondes)
macrostructures	(à l'échelle du message musical).

La distance peut alors s'interpréter comme la confrontation, à un niveau d'abstraction plus ou moins élevé, de microstructures et de structures intermédiaires, perçues au choix dans chaque modulation ces structures subjectives imprécises étant éventuellement schématisées pour être comparables; c'est le rôle du discrétiseur. Le résultat de ces opérations est la réaction globale de distance, jugée dans le cadre d'une macrostructure, celle de l'ensemble des 2 modulations.

La régulation de niveau sonore est en fait une régulation de la distance entre la modulation réelle et la modulation idéale. Toutes deux ont naturellement beaucoup plus d'affinité que deux modulations d'origine différente.

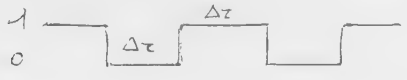
On peut dire que peuvent être perçues comme un tout une modulation unique ou un enchaînement et que cela résulte d'une analyse plus ou moins consciente et sélective de certains traits. Cette hypothèse de travail est à la base de l'ensemble des essais statistiques réalisés dans la présente étude.

5. INTEGRATION TEMPORELLE

La perception du signal s(t) peut etre symbolisée (123) par une fonction r(t) relative au cerveau, telle que $r(t) = p[s(t)]$, p désignant une anamorphose très complexe. L'intégration psychologique d'un message hetérogène, telle que celle qui est à l'origine de la perception de la distance fait intervenir des propriétés temporelles locales ou globales, c'est-à-dire s'étendant sur des durées d'ordre de grandeur variable; cette conception confirme, pour les phénomènes sonores, le fait que la dimension temps présente une importance équivalente à celle de la fréquence, de l'intensité et du timbre(222). C'est ce qu'appliquent les compositeurs de musique moderne.

L'évaluation de ces intervalles Δt est source de nombreuses difficultés; elle dépend essentiellement des phénomènes psychophysiques en cause. Par exemple, s'il s'agit de définir la sensation de hauteur, celle-ci devient de plus en plus incertaine quand la durée d'observation décroît (223); elle ne s'établit qu'avec l'audition d'un certain nombre de périodes. Dans un domaine voisin, on trouve, pour la constante de temps de l'oreille et suivant les auteurs, des quantités très variables (123, 224), qui s'expliquent par la définition même de ce terme: en adaptant la définition classique des filtres aux récepteurs sensoriels, la constante de temps ou "inertie" de l'oreille est la durée qui s'ecoule depuis le début de l'application d'une excitation jusqu'à l'obtention d'un effet psychologique stationnaire. Il est naturel que la constante de temps relative à la perception d'une variation de niveau pour un son pur soit différente de celle concernant la perception d'une variation rythmique pour une modulation.

Par exemple, si l'on échantillonne de la parole au moyen d'une fonction en créneaux, telle que les durées $\Delta\tau$ soient ou non transmises, chaque silence étant comblé par les sons émis pendant l'intervalle $\Delta\tau$ précédent, on obtient un résultat indiscernable de l'original



pour $\Delta\tau = \frac{1}{23}$ s, et peu satisfaisant mais tolérable pour $\Delta\tau = \frac{1}{13}$ s (225). On a pu renforcer les qualités du son, à la télévision (226) en lisant la même bande magnetique par 2 têtes correspondant à un décalage temporel de $\frac{1}{13}$ s. Cela suggère, pour l'appréciation de la parole, une constante de temps très courte, de l'ordre de 20 ms. Par contre le "temps de montée" du vumètre est égal à 300 ms; cela signifie que, pour l'appréciation des pointes de niveau, écoutées comme le fait le preneur de son, la constante de temps vaut 300 ms.

Le temps d'intégration psychophysique est la durée nécessaire pour que l'observation d'un phénomène soit acquise dans sa forme stable, ce qui rejoint la notion de constante de temps. De plus, il s'y greffe une idée de perception globale, et l'observateur groupe en un tout les perceptions partielles se produisant pendant cet intervalle.

L'épaisseur du présent, par exemple (227) est la durée des phénomènes sonores qui est appréciée comme un tout par l'esprit supposé vouloir porter un jugement instantané à un instant donné. Sa valeur est couramment estimés à 50 ms.

L'intégration conduisant a l'édification du seuil auditif, et la perception de la fréquence d'après l'enveloppe de la courbe de

pression en fonction du temps, supposée périodique semblent reposer sur des fonctionnements des centres supérieurs s'excluant mutuellement (228). On trouve que l'intégration temporelle ne se produit pas, pour cette classe de perceptions, au-dessous de 100 à 200 Hz, le temps d'intégration allant de 5 à 100 ms.

De toute évidence, plus encore que la constante de temps, le temps d'intégration n'est défini qu'en se donnant les moyens et les buts de l'observation; il n'a aucune raison d'être identique pour l'élaboration de la sensation de hauteur, ou de la perception du niveau jugée selon des critères esthétiques, de l'appreciation de la distance entre modulations différentes, ou à propos de la régulation du niveau sonore.

Nous avons recherché, dans la présente section, comment se présentait l'intégration temporelle dans un certain nombre de cas, simulant des situations courantes en prise de son.

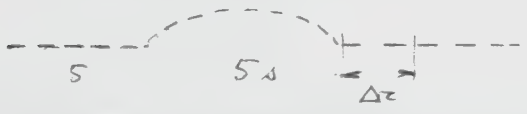
On se propose d'évaluer le temps de latence d'une impression donnée et la durée de son influence sur les sensations et réactions subséquentes: c'est ce que l'on peut appeler le temps d'estompage. De même on considère le temps d'intégration "positif" ou"négatif" selon que l'on se réfère à l'effet d'une modulation supplémentaire superposée à une modulation normale ou à l'absence momentanée de celle-ci.

Ces essais furent réalisés au "studio M".

5I - TEMPS D'ESTOMPAGE.

Soit une modulation, se déroulant d'une manière continue. Au bout de 5 secondes et pendant une durée égale, l'opérateur applique une variation de niveau d'amplitude ΔL représentée par le schéma ci-contre.

Le sujet doit signaler par un choc sur l'interphone, l'instant où la modulation paraît redevenue normale



On note l'intervalle de temps qui s'écoule entre la fin de la modification réelle et l'instant où le sujet prend conscience de son achèvement. $\Delta\tau$ représente l'influence de la modification sur l'observation de la modulation normale ultérieure. Nous l'appellerons temps d'estompage. On peut dire que l'effet de modification est intégré sur un temps $5s + \Delta\tau$.

$$L = \underset{(dB)}{I, 2, 5, I0, I5, \quad -I, -2, -5, -I0, -I5.}$$

Il s'agit rappelons-le de variations de niveau électrique repérées par les positions du potentiomètre de l'opérateur, qui représentent assez bien des variations de niveau acoustiques mesurées au sonomètre avec la pondération "A".

Résultats: 3 sujets traîtaient 2 modulations (symphonique et speaker H). 3 autres sujets observaient 2 autres modulations (orgue et jazz). Le tableau suivant indique les temps de réaction $\Delta\tau$.

$L_{(dB)}$	Symph.			Speaker H			Orgue			Jazz			MOY.
I		5								7			
2	I0	2					I0		I2	7	0		
5	2	I	2	I0	4	6	7	0	-I	2	4	I	3,3
I0	2	I	I	I	-I	0	6	0	0	2	I	I	I,2
I5	I	-I	I	0	0	-2	6	-I	0	2	0	0	0,5
- I							I0			8			
- 2	9		7	5	8		8			7			
- 5	0	2	3	4	8	I0	4	0	I	5	0	I	3,2
-I0	8	I	0	2	I	0	2	0	I	4	-I	I	I,5
-I5	4	-2	0	5	0	0	I	-3	0,5	2	-2	I	0,6

a) le temps de réaction décroît dans l'ensemble régulièrement quand la valeur absolue de Δ L croît. Il est quelquefois négatif, l'observateur, pour les dénivellations importantes, anticipe sur le retour à la normale.

b) des Δ L de I à 2 dB sont très peu perceptibles. Les dénivellations positives ("bosses") perturbent autant que les dénivellations négatives ("creux") en moyenne, mais les effets relatifs sont variables suivant les Δ L, les modulations et les sujets.

c) cette expérience peut rendre compte des réactions d'auditeurs à des erreurs de règlage de la dynamique, à la charge du preneur de son. On voit que des erreurs de I dB sont imperceptibles, que des erreurs de R dB sont souvent très perceptibles (Δ=petits) et qu'il en est parfois de même d'erreurs de 2 dB. Cela donne une idée de la précision devant être obtenue à la prise de son. L'expérience montre que l'on peut apprécier des erreurs de I dB; les capacités d'un public étudiant, consciencieux ne sont pas éloignées sur ce point, de celles des professionnels, pour des modulations particulières.

La compression de dynamique, en particulier la limitation du niveau, imposée pour des raisons techniques, est la source d'erreurs analogues. La pratique a fait accepter (229) , pour la constante de temps après limitation (c'est-a-dire le temps d'estompage de l'action du limiteur) une valeur de quelques secondes qui correspond ici à une "erreur" de 5 dB. On suppose donc que les dépassements accidentels seront de cet ordre.

d) le présent essai nous montre la sensibilité très différente des modulations aux variations inopinées de niveau, d'où la nécessité de diversifier les données sonores; ce dont nous avons tenu compte dans la conception des plans d'expériences statistiques.

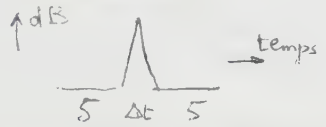
En assimilant les hiatus observés dans des enchaînements inadaptés aux perturbations occasionnées sur une modulation par de fortes variations de niveau non justifiées, on voit que l'impact de cette perturbation sur la 2e séquence peut durer de 4 à 8 secondes. Nous avons mis à profit cette observation pour les premiers essais d'enchaînements, qui ont confirmé cet ordre de grandeurs.

e) les temps d'intégration, ou grandeurs assimilées dont il est question ici sont de quelques secondes; il s'agit d'essais portant sur l'écoute de modulations sonores, processus très différents

de l'intelligibilité de la parole ou de l'appréciation des timbres, pour lesquels les constantes de temps sont beaucoup plus courtes.

52 - TEMPS D'INTEGRATION "POSITIF".

a) Principe: on est parti d'une modulation de durée (IO + Δ t)secondes Au bout de 5 secondes, l'opérateur appliquait une "pointe" triangulaire de durée Δ t, Le sujet, écoutant dans le studio M, et partant d'un règlage initial repéré devait en agissant sur le potentiomètre à sa disposition imiter au mieux le modèle. Pour cela, dès la fin de la première écoute, la modulation était présentée à nouveau, le règlage effectué par l'opérateur étant fixe. On avait limité à (10 + Δ t)s la durée de l'écoute afin que la mémoire ne soit pas en défaut.



$$\Delta t = 2 - I - 0{,}2 \text{ s}$$

$$\Delta L = 2 - 5 - IO \text{ dB}$$

Mêmes modulations que ci-dessus, choisies pour être aussi dissemblables que possible.

trois sujets = symphonique, speaker H

trois sujets = orgue, jazz.

La réaction des auditeurs était enregistrée sur bathygraphe B & K au moyen d'une tension électrique auxiliaire de IOOO Hz.

b) Remarques particulières

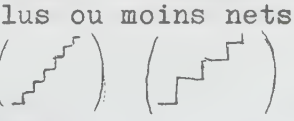
Symphonique :

- La modification réalisée par le sujet est beaucoup plus étendue dans le temps que la modification initiale. Comme les sujets avaient été entraînés préalablement à connaître les réactions du potentiomètre de règlage, une hésitation éventuelle ne doit pas être retenue.
- L'amplitude de la modification ne croît que très peu avec Δ L (de 2 à 4 dB quand Δ L croît de 2 à IO dB), d'une façon assez nette cependant pour Δ t = 2s, peu nette pour Δ t = I ou 0,2s, et dans ce dernier cas, avec une amplitude n'excédant pas IdB.

Ces remarques sont valables pour les 3 sujets.

Speaker H :

- les réponses sont beaucoup plus faciles à lire que dans le cas précédent.
- modifications plus étendues dans le temps que le Δ t réel.
- l'amplitude de la modification croit peu avec Δ L, cette croissance est moins nette pour Δ t = 0,2s.
- observations valables pour les 3 sujets, mais leur style de régulation est différent: le potentiomètre est manoeuvré par petits paliers plus ou moins nets, réalisant un réglage plus ou moins discontinu



orgue :

Cette modulation, particulierement homogène, a éte traitée par des déplacements brusques du potentiomètre (les sujets étaient différents, mais un sondage avec la modulation parlée a donné des réactions analogues à celle des précédents observateurs).

- la durée de la modification est plus longue que le Δ t réel.
- l'amplitude croît avec Δ L, pas avec Δ t.
- La pente de l'enregistrement (rapidité de montée du niveau

réglé) est d'autant plus grande que Δ L est plus grand et que Δ t est plus court. Cet effet, observé pour toutes les modulations est particulièrement net ici.

- Il semble donc que le caractère stable du son de l'orgue rende l'écoute plus sensible aux modifications accidentelles de force sonore.

jazz:

- la durée de la modification se rapproche du Δ t réel.
- L'amplitude croît avec Δ L, mais pas d'effet marqué de Δ t.
- Réactions analogues à celles qui étaient obtenues pour le symphonique

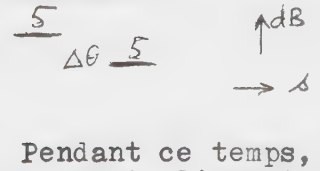
c) observations générales

Pour les 6 sujets, le style de règlage est différent (l'enregistrement présente des paliers plus ou moins nets), mais les résultats sont concordants. La modification de niveau est effectuée par le sujet à peu près au point correspondant de la présentation-modèle, mais la durée en est beaucoup plus importante. On ne peut relier simplement la variation maximale de niveau réglé par l'observateur aux Δ L et aux Δ t. Elle tend à augmenter avec Δ L et lorsque Δ t décroît, mais il y a des exceptions pour cette dernière variable. Par contre la rapidité du règlage suit bien l'acuité de la modification objective.

La réaction devant une modification rapide de niveau est très amortie et s'etend sur une durée de 3 à 10 secondes. Cette valeur représente le temps d'intégration concernant la perception conjointe de "l'accident" de règlage et de la modulation, dont le déroulement est continu. La présence psychique, qui s'établit (10 a)en 0,5s pour des phénomènes musicaux simples est donc beaucoup plus diluée quant à la régulation du niveau sonore. On conçoit que l'influence générale de l'interprétation orchestrale ou vocale soit particulièrement importante et puisse faire éventuellement tolérer des imperfections de règlage. Ceci puisque la modulation normale et l'erreur de niveau interviennent ensemble dans le temps d'intégration évoqué ci-dessus.

53 - TEMPS D'INTEGRATION "NEGATIF"

Principe: Une modulation est présentée pendant (10 +Δθ) secondes. Au bout de 5 secondes, l'opérateur réalise, en coupant l'écoute pour le sujet, un silence d'une durée Δθ de 5 secondes, 3 secondes, très courte (ε secondes). Pendant ce temps, l'opérateur baisse le niveau de 5 dB. On demande au sujet, l'ayant mis au courant du principe de l'expérience, sans préciser de valeurs numériques, de modifier la modulation présentée après le silence pour qu'elle semble être la suite logique de la modulation du début. La réaction était enregistrée.



Mêmes modulations que précédemment, 3 sujets répétant chaque essai 3 fois.

Résultats: Les tableaux qui suivent indiquent en dB électriques la correction de niveau apportée par les observateurs après chaque silence.

. . . . . .

a) On voit que, sauf pour le symphonique, la remontée de niveau compense très bien la modification imposée par l'expérimentateur, mais la durée du silence ne joue pas de rôle évident, sauf pour l'orgue.

b) Le temps de réaction, indiqué par l'enregistrement est indépendant de Δθ pour le symphonique (3 s) et décroit avec Δθ pour les

		Symphonique			Parole H		
	$\Delta\theta$	I	2	3	I	2	3
I^e sujet	5	2	4	4	6	4	3
	2	3	4	3	5	4	2
	ε	2	5	3	6	4	4
2^e sujet	5	2	2	3	4	5	6
	2	4	3	5	5	4	4
	ε	3	2	3	4	4	3
3^e sujet	5	I	2	0	5	4	4
	2	2	3	3	4	6	8
	ε	2	2	3	6	6	4

		Orgue			Jazz		
	$\Delta\theta$	I	2	3	I	2	3
I^e sujet	5	5	3	3	6	7	6
	2	4	4	4	6	6	4
	ε	6	4	6	5	6	5
2^e sujet	5	3	3	2	4	4	4
	2	3	4	4	4	4	4
		3	5	4	4	4	4
3^e sujet	5	4	4	4	6	6	4
	2	5	4	6	4	3	6
	ε	6	6	7	4	5	6

MOYENNES

$\Delta\theta$	Symph.	Parole H.	orgue	jazz
5	2,2	4,6	3,5	5,3
2	2,3	4,7	4,2	4,6
ε	2,8	4,6	5,2	4,9

autres modulations (0,5 à Is pour $\Delta\theta = \varepsilon$).

c) On remarque aussi, dans tous les cas peu d'hésitation et, pour certains sujets des réactions très brèves (0,5 secondes) et correctes; elles constituent certainement des présomptions favorables concernant l'aptitude à la prise de son.

d) Un silence de 5 secondes n'est pas suffisant pour entraîner l'oubli. Les sujets, avec des précisions diverses, mais dans l'ensemble très convenablement, imaginent pendant ce silence le déroulement normal des présentations sonores et le reconstituent avec précision lorsque l'audition reprend.

Pour les modulations relativement stationnaires (symphonique orgue)l'influence de $\Delta\theta$ est nette. Pour le jazz elle n'apparait pas r tement; elle est nulle pour la parole. Cela signifie que, pendant le 5 secondes d'audition précédant le silence, l'observateur a pu se

faire une idée plus parfaite de la modulation; et en effet les 4 niveaux d'intégration que nous avons mentionnés au chapitre précédent sont valables pour la parole (112 6) comme pour la musique, mais l'échelle de temps est alors plus serrée. En 5 secondes on a déjà atteint un niveau d'intégration plus élevé pour la parole. D'une manière tout à fait générale, on a montré (230) que des échantillons de 8 secondes sont tout à fait suffisants pour des relevés statistiques de niveau de parole.

L'ensemble d'essais qui précède montre que le temps d'intégration à prendre en considération pour des expériences sur la régulation de niveau sont de quelques secondes. Leur définition est psychologique bien plus que physique et si l'on ne retrouve pas la durée de 200 à 250ms avancée par certains auteurs (231, 232) pour la "quasi - stationnarité" ou l'échantillonnage psychologiques, cela tient à la nature spécifique de l'écoute en prise de son. Des temps de 5 à 10 secondes conditionnent la perception de la distance globale.

Pour l'élaboration des essais statistiques et le decoupage temporel des sequences, nous avons tenu compte des résultats precédents.

6 - CORRESPONDANCE OBJECTIF - SUBJECTIF

Les essais concernant la distance ont laissé prévoir le phénomène de la perception globale des modulations. Dans le présent chapitre, on s'est attaché, au moyen d'une analyse statistique, à préciser cette possibilité.

Le principe est de faire correspondre à chaque modulation un nombre. Sur un ensemble de modulations, on définit ainsi une échelle subjective dont on étudie la cohérence.

Les échelles psychophysiques sont d'utilisation courante, la plus connue dans le domaine sonore est celle de la sonie, établie par opérations psychologiques de multiplication ou de division (233), donc en travaillant sur la substance même de la perception sonore. On a aussi, et c'est la méthode dont nous nous sommes inspirés, demandé à des sujets de faire correspondre un nombre à une sensation donnée, par exemple pour la sonie (234), soit pour la densité sonore (235) ou le niveau subjectif de la parole (236).

On sait que l'on peut distinguer (39 bis) des échelles présentant des caractères progressivement de plus en plus complets:

- les échelles numériques, qui reviennent à numéroter les objets à classer, sans qu'intervienne aucune idée d'ordre; seul est considéré le caractère pictural des chiffres.

- les échelles ordinales, permettant un classement, sans que pour cela l'égalité de la distance entre les échelons ait un sens.

- les échelles d'intervalles, où ces distances sont egales (échelle de température Celsius).

- les échelles de rapports, où le zero est fixé et l'ensemble des propriétés précédentes satisfait (température absolue).

Les sones, et d'ailleurs aussi les mels, définissent des échelles de ce type, moyennant des hypothèses philosophiques sur la définition et la comparaison d'intervalles subjectifs que l'on suppose exactes.

Si l'on a pu, dans ces cas particuliers, obtenir des échelles du type le plus "parfait", c'est que les expérimentateurs se sont adressés à des sons purs, pour lesquelles la hauteur et l'intensité subjectives dépendent de manière simple des paramètres physiques. Un succès comparable serait très aléatoire si l'on s'adressait à des sons complexes; les musiciens connaissent bien les aspects multiples de la notion de hauteur, qui est à l'origine des discussions indéfinies concernant le la3 (237). Or, nous nous proposons de faire correspondre des échelles numériques à des modulations; nous pouvons au plus espérer obtenir des échelles ordinales, car la perception d'intervalles égaux, c'est-à-dire de distances égales au sens du chapitre 4, impliquerait un type d'échantillonnage constant pour l'intégration psychologique des modulations. Nous avons d'ores et déjà toutes raisons de rejeter une telle hypothèse.

6I - REALISATION DES ESSAIS.

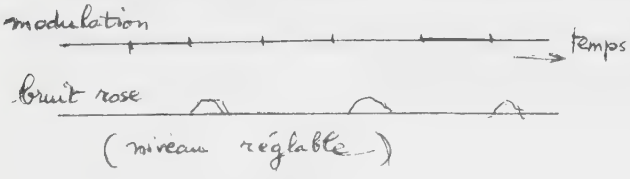
Nous avons utilisé les 40 échantillons de modulations prises au hasard qui avaient déjà servi pour la mise au point des règlages de l'enregistreur de niveau rapide. La bande test comportait 40 échantillons de IO secondes séparés par des silences de IO secondes.

Pendant ces silences, on pouvait présenter au sujet un bruit rose à réglage constant pour l'opérateur, mais dont le niveau était modifié par le sujet, la réaction étant comme d'habitude enregistrée.

Des essais de type different ont été réalisés:

a) <u>on a fait écouter la bande-test</u>; on demandait de faire correspondre à chaque extrait un nombre choisi de I000 à II00. L'emploi direct d'une échelle 0-I00 a été écarté, pour éviter des perturbations psychologiques dues à la signification traditionnelle de la note "zéro". On précisait bien qu'il s'agissait de représenter globalement une modulation par un nombre, sans qu'il intervienne dans ce choix aucun jugement de valeur.

b) <u>essais avec bruit rose</u>: le sujet devait règler le bruit rose (dont il avait le contrôle auditif) pour "représenter" la modulation précédente.



La bande test était présentée à 3 niveaux différents

moyen	(70 dB "A" environ)
Fort	(85 dB)
faible	(55 dB)

Pour chacun de ces niveaux, les règlages de base étaient tels que le bruit et les modulations présentaient la même force sonore, avant que le sujet n'agisse sur son potentiomètre.

On obtenait ainsi 4 types d'échelles:

- jugement direct par choix quasi-instantané ("à la volée") d'un nombre : échelle abstraite
- bruit rose (niveau faible) p
- bruit rose (niveau moyen) mf
- bruit rose (niveau fort) ff

auxquels il faut ajouter l'echelle des niveaux physiques moyens résultant de l'enregistrement de chaque extrait au bathygraphe Bruel et Kjaer.

c) <u>déroulement de l'expérience</u>: 3 sujets avaient éte choisis, otologiquement sains. Deux étudiants particulièrement attentifs, ont effectué chacun deux essais, à une semaine d'intervalle. Le troisième étudiant, moins brillant, effectua un essai isolé. D'ou en tout 5 essais chacun comprenant l'ensemble des opérations précédentes.

Chaque sujet intervenait isolément, non seulement au moment de l'essai, mais on faisait en sorte qu'aucun échange de vues n'ait lieu avec les autres observateurs, pour éliminer tout effet de groupe générateur d'influences perturbatrices (238) . Cette précaution était indispensable dans un essai aussi inhabituel; tout commentaire entendu par un auditeur pouvant faire varier énormément le nombre retenu, comme l'avaient montré des répétitions préalables.

De plus, on a demandé au sujet de maintenir, sans contraction, une position fixe. De petits mouvements de la tête, effectués à la cadence de 6 ou 7 par seconde, soit celle du transfert d'une sensation auditive d'une oreille à l'autre (239) risquant de perturber l'intégration binaurale de manière aléatoire. Dans l'écoute ordinaire, il ne serait naturellement pas question d'une telle sujétion, mais on ne pourrait alors réaliser une experience analogue qu'en effectuant des moyennes sur un très grand nombre de sujets. La personnalité des observateurs et leur compréhension du problème ont amené une collaboration sans réticences éliminant d'ailleurs toute impression de contrainte.

L'obtention de l'échelle abstraite (jugements "à la volée") a été remarquablement aisée. On connait, en musique par exemple le phénomène de la perception d'ensemble d'un thème mélodique, il se produit une sorte de "point de condensation" (6d) où la décision est instantanée. Un effet analogue a été remarqué ici et la réaction du sujet s'effectuait en toute sécurité dans les quelques secondes suivant la fin de l'extrait sonore.

Les échelles de bruit rose peuvent faire l'objet de commentaires identiques. Le tracé enregistrant la réaction des sujets était très net, ne montrait aucun signe d'indécision.

62 - RESULTATS

Ils sont résumés dans le tableau 2I qui résume les données recueillies pour le niveau physique et aux 5 séances

A, B — I^{er} sujet
C, D — 2^{e} sujet
E — 3^{e} sujet

pour les échelles: abstraite ("volée"), bruit rose (mf, ff, p, c'est-à-dire à niveau moyen, fort et faible).

Toutes les échelles ont été ramenées entre 0 et I00 par une transformation linéaire $a \rightarrow x$

$$\frac{x - x_{min}}{x_{MAX} - x_{min}} = \frac{a - a_{min}}{a_{MAX} - a_{min}}$$

Dans ces nouvelles échelles, les valeurs 0 et I00 ont été effectivement utilisées; on ne doit pas leur attribuer un sens normatif, il s'agit simplement d'une commodité d'écriture.

a) Remarques générales:

En se restreignant à certains groupes de modulations, on remarque une analogie évidente entre les diverses échelles de bruit rose. Dans certains cas (25-usine, 52-autobus), il existe une tendance systématique à des notations du même ordre de grandeur, et parfois même d'une identité par sujet et par séance tout à fait remarquable. Le hasard ne peut évidemment intervenir, l'effet de la mémoire est fort douteux, les séquences à niveau ff, mf, p durant 20 minutes et de plus séparées par des temps de repos.

Mais il est impossible de tirer de ce tableau des conclusions générales sans analyse de la variance; le plan d'expériences a d'ailleurs été conçu pour cela.

b) Analyse détaillée

Nous allons traiter statistiquement l'ensemble de ces données pour en extraire les renseignements suivants:

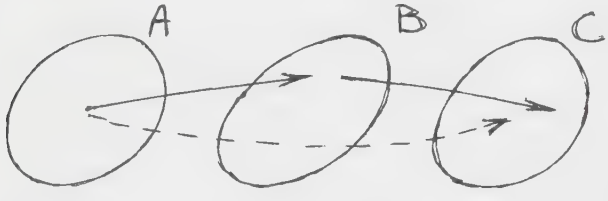
- cohérence des échelles abstraites dans leur ensemble
- cohérence de ces échelles pour chaque sujet, aux 2 séances
- influence des 3 sujets, dans les cas mf, ff, p.
- cohérence des échelles de bruit rose à différents niveaux (mf, ff, ou p)
- cohérence entre l'échelle abstraite et l'échelle des niveaux physiques
- cohérence entre l'échelle abstraite et les échelles de bruit rose aux différents niveaux.
- cohérence entre l'échelle de bruit rose et l'échelle physique
- cohérence des échelles de bruit rose pour les 2 sujets aux 2 séances.

Dans ce but, nous avons utilisé les procédés classiques d'analyse de la variance (136, 149) dans le cas de tableaux à 40 lignes et 3 ou 2 colonnes (dans ce dernier cas, le test se réduit à celui de Student-Fisher).

On doit au préalable faire une remarque concernant les taux de risque retenus pour décider du caractère plus ou moins significatif des hypothèses. Le taux de 5% est couramment retenu, et l'on a même (240) établi une échelle plus précise:

risque > 5%	non significatif
I% < <5%	probablement significatif
0,I% < <I%	très significatif
< 0,I%	hautement significatif

Rien ne permet d'attacher une valeur normative à ces taux qui devraient dépendre du phénomène analysé, mais d'une manière qu'il est impossible de préciser sans autres hypothèses, plus ou moins contestables. En simplifiant, considérons 3 "espaces" :



A celui des phénomènes

B celui des probabilités

C celui du jugement

On passe de A à B par une opération de "probabilisation", de B à C par l'opération "interprétation mathématique". Nous voulons en déduire des jugements sur A, ce qui n'est licite que si l'opération A→B tient elle-même compte de toutes les difficultés surgissant dans la comparaison de (B→C) avec (A→C). Cela implique une discussion que l'on n'a pratiquement jamais les moyens d'effectuer et l'échelle de taux de risque ci-dessus correspond à des phénomènes probabilistes A auxquels l'homme est accoutumé. L'écoute des modulations, bien que de pratique extrêmement courante, n'a jamais été considérée de ce point de vue; sa complexité justifierait semble-t-il un allègement des critères, un seuil de I0 à 20% étant quand même significatif Nous nous en tiendrons cependant, dans la plupart des cas, au seuil de 5% pour nous conformer à l'usage; les caractères très significatif, extrêmement significatif seront précisés sans référence à une échelle rigide, qui masquerait indûment une appréciation arbitraire.

I/ <u>cohérence des échelles abstraites dans leur ensemble (séances A, C, E)</u>

Du tableau 2I, on extrait les 3 échelles "abstraites" des séances A C E, d'où un tableau à 40 lignes et 3 colonnes; l'analyse de la variance donne les résultats suivants

Variance entre	deg. de lib.	Sommes de carrés	Carrés moyens	Rapports de Snedecor
lignes $3\sum (x_{i.} - x_{..})^2$	39	48 5I5	I 244	I,8 S
colonnes $40\ S(x_{.j} - x_{..})^2$	2	I2 609	6 304	9,5 TS
résiduelle	78	54 4I2	672	
totale $S\sum (x_{ij} - x_{..})^2$	II9	II5 536		

Les valeurs limites du rapport de Snedecor F sont dans le cas des lignes $F^{39}_{78} = I,8$ et des colonnes $F^{2}_{78} = 3,I5$ (au risque 5%).

Par conséquent les échelles des 3 sujets diffèrent statistiquement de manière très significative. Par contre, l'influence des modulations, dans leur ensemble, est tout juste vérifiée (au seuil 5%)

La non-cohérence des réponses est observée dans le cas des 3 sujets; ce n'est pas surprenant car ils présentent des "profils" psychologiques différents.

2/ cohérence des échelles abstraites pour chaque sujet (séances A et B d'une part, C et D d'autre part).

On utilise le test de Student-Fisher (149 f). Si x_i et y_i sont les valeurs correspondantes des échelles à comparer, d_i leur différence on calcule la dispersion σ des d_i, leur moyenne md, puis la variable $t = \frac{md\sqrt{40}}{\sigma}$

premier sujet $t = -2,5I$

valeur à comparer = $t_{39}^{0,05} = 2,02$

les échelles diffèrent statistiquement.

second sujet $t = -I,I5$

les échelles sont statistiquement identiques.

3/ influence des sujets pour chaque niveau d'écoute (échelles de B R).

On effectue, en considérant les séances A, C, E une analyse de la variance sur un tableau 40 x 3

NIVEAU MOYEN

Variance entre	Sommes de Carrés	deg. de lib.	Carrés moyens	F.Snedecor
lignes	38 547	39	988	2,I S
colonnes	3 39I	2	I 695	3,5 S
résiduelle	37 I38	78	476	
totale	79 076	II9		

NIVEAU FORT

lignes	6I 067	39	I 565	6,7 TS
colonnes	I 452	2	726	3,I S
résiduelle	I8 022	78	23I	
totale	80 54I	II9		

NIVEAU FAIBLE

lignes	52 557	39	I 348	7,9 TS
colonnes	6 047	2	3 024	I8, TS
résiduelle	I3 243	78	I69	
totale	7I 847	II9		

Conclusion: - pour les échelles de bruit rose, il apparait d'ores et déjà une influence qualitative du niveau d'écoute.

- la nature des modulations est beaucoup plus importante à niveau faible qu'à niveau fort et surtout moyen.
- Les réponses des sujets sont statistiquement assez concordantes à niveau moyen et fort (si l'on accepte le risque de I%, ($F_{78}^2 = 4,85$), mais plus du tout à niveau très faible.

L'écoute à niveau très faible serait donc plus "anormale" que celle à niveau très fort.

4/ Influence du niveau sur la moyenne des réponses aux trois

niveaux (séances A, C, E)

Au risque I%, cette moyenne est licite aux niveaux moyen et fort. Elle ne l'est pas au niveau faible et le résultat doit être considéré comme une simple indication.

Variance entre	Sommes de carrés	deg. de lib.	Carrés	F.
lignes (échelles BR moyennes)	49 245	39	I 263	4I ES
colonnes (niveaux)	288	2	I44	4,7 S
résiduelle	I 263	78	30,5	
totale	50796	II9		

L'influence des modulations est très importante, et celle du niveau d'écoute global nettement significative.

5/ cohérence entre l'échelle abstraite et l'echelle des niveaux physiques.

Nous avons appliqué le test de Student-Fisher entre l'échelle physique et l'échelle des moyennes du second sujet (les deux séries de réponses ne différant pas statistiquement dans ce cas)

On trouve $t = 0,89$ NS

Ceci montre une très bonne cohérence statistique entre l'échelle des niveaux physiques et celle des jugements "à la volée".

6/ cohérence entre l'échelle abstraite et les échelles de bruit rose aux différents niveaux.

Test de Student-Fisher entre la moyenne (séances A, C, E) des échelles abstraites et les moyennes correspondantes des échelles de bruit rose aux niveaux mf, ff, p. L'influence des sujets étant significative, la signification de ce test est limitée à celle de l'étude de réactions de l'ensemble des trois sujets, qui se traduisent par la variable "moyenne".

mf	$t = 0,45$	N S
ff	$t = -0,I3$	N S
pp	$t = -0,67$	N S

Malgré les réserves précédentes, une cohérence aussi nette est tout à fait remarquable.

7/ échelles de bruit rose et niveaux physiques

Moyennes A, C, E des échelles de B R . Même remarque

mf	$t = I,I$	N S
ff	$t = I,9$	N S
pp	$t = 0,5$	N S

Donc cohérence également remarquable.

8/ Cohérence des echelles de bruit rose pour chaque sujet à 2 séances différentes:

tests de Student-Fisher entre A B, C et D aux 3 niveaux globaux

	mf	t = 0,6I	N S		mf	t = 2,4	S
I^er sujet	ff	t = 0,64	N S	2^e sujet	ff	t = 2,I	justiS
	pp	t = 0,4	N S		pp	t = 6,4	T S

Le sujet pour lequel les échelles abstraites sont cohérentes aux deux séances ne donne pas des échelles de bruit rose compatibles et vice-versa. Les deux opérations de synthèse psychologique conduisant à ces types d'échelles sont donc différentes pour les observateurs déterminés.

Ainsi l'analyse de la correspondance objectif-subjectif montre, même dans le cadre limite de cette étude statistique, qu'il est possible d'obtenir des cohérences valables entre des échelles déterminées à partir d'une perception globale des modulations.

On peut ajouter (241) aux deux attributs classiques de la sensation, la qualité et l'intensité, la perception spatiale globale (extensité) et la perception temporelle globale (protensité).

Pour l'écoute des modulations, on peut donc justifier, comme hypothèse de travail, une perception d'ensemble des 4 attributs précédents.

7 - CLASSIFICATION DES MODULATIONS

Les études subjectives portant sur les modulations font état d'une classification relativement simple de la matière sonore expérimentale. On distingue la musique ou la parole, la variation plus ou moins rapide du niveau, la richesse relative plus ou moins grande en graves, médiums ou aigus. Ces catégories correspondent aux exigences de la pratique immédiate, mais ne sont pas suffisamment précisées Dans ce chapitre, nous avons tenté une approche plus complète du problème, de manière à introduire des paramètres nouveaux définissant le mieux possible les modulations employées, particulièrement à l'occasion des expériences statistiques. Ce seront les types artistiques, dynamiques et spectraux.

7I - REMARQUES GENERALES.

La durée d'observation est un facteur important. Si le genre ou type artistique est bien défini par une brève écoute (quelques secondes) et se conserve ensuite sans modifications, il n'en va pas de même du type dynamique faisant intervenir le niveau sonore et surtout du type spectral qui fait appel à l'analyse en fréquence. Le classement variera donc en fonction du temps d'écoute, d'où la nécessité de l'établir en fonction de la durée effective des séquences employées dans les expériences.

Pour l'étude générale de ces paramètres, nous avons adopté une durée de IO secondes.

72 - TYPES ARTISTIQUES (ou "GENRES").

Ce sont les différentes catégories d'expression musicale ou parlée, que l'on peut subdiviser d'ailleurs d'une manière de plus en plus fine selon notre exigence pour l'homogénéité des classes. Nous nous sommes, dans ce travail, limité à la liste suivante :

1 - Musique classique
2 - Musique moderne
3 - Jazz
4 - Théâtre
5 - Chant
6 - Parole
7 - Variétés
8 - Bruitages

Nous couvrons ainsi l'ensemble des modulations utilisées, au prix cependant d'une définition assez floue des classes 7 et 8. Les bruitages, en particulier, comprennent toutes sortes de sons annexes, bruits divers dont le caractère est extrêmement variable.

73 - TYPES DYNAMIQUES.

Il s'agit d'étudier la variation du niveau sonore en fonction du temps et d'établir des critères de classement; la méthode de mesure est très importante, elle doit être fixée une fois pour toutes et correspondre d'une manière aussi étroite que possible au point de vue subjectif. Nous avons adopté, en fonction des expériences précédentes, l'enregistrement sur bathygraphe Bruel et Kjaer avec les réglages déjà définis. Nous avons ainsi étudié IOO échantillons différents, pris au hasard, durant chacun I minute, et cherché à interpréter le plus efficacement possible les tracés obtenus.

On doit faire intervenir l'aspect à long terme (toute l'oeuvre), l'aspect à moyen terme (une minute) et l'aspect à court terme (une dizaine de secondes), l'ordre de grandeur de ces durées étant tel que l'oeuvre conserve un sens. D'où des structures dynamiques à long terme, moyen et court terme, auxquelles correspondront des classifications de types A, B, ou C. Pour certains essais ultérieurs, nous avons dû utiliser des extraits de quelques secondes, d'où une structure à très court terme et une classification de type D.

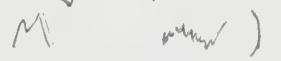
Résultats: Il est utile de considérer les caractères suivants, se rapportant aux enregistrements graphiques. Chacun d'eux est évalué de 0 à 5.

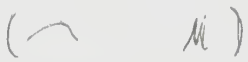
I - allure générale (;

2 - niveau moyen (très faible, faible, moyen, fort, très fort)

3 - variations rapides du niveau moyen

4 - nombre de pics ( ) (± grand)

5 - espacement des pics () (± grand)

6 - acuité des pics ()

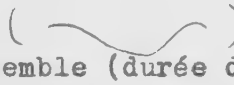
7 - amplitude relative des pics

8 - homogénéité (critère global pour l'échelle de temps choisie)

9 - plateaux ( )

I0 - collines ( )

II - pitons ( )

I2 - vallées ()

I3 - Contraste d'ensemble (durée de l'échantillon)

I4 - Contraste local (durée I seconde)

I5 - Silences (proportion plus ou moins importante)

Les I00 échantillons ont été répertoriés de cette manière par des nombres à I5 chiffres; mais cette méthode valable en toute généralité s'est avérée très lourde. Il est impossible pour l'observateur humain d'appréhender I5 traits différents. Aussi, dans la suite de l'étude, avons nous réduit le nombre des traits utilisés en ne conservant que les N^{os} I, 2, 4, 6, I3, I4, pour avoir des nombres facilement lisibles.

En résumé, nous avons retenu 6 traits principaux :

- allure générale du niveau
- niveau moyen
- nombre de pics
- espacement des pics
- contraste global
- contraste local

Les enregistrements ont été effectués, dans la suite de l'étude, pour toutes les modulations utilisées, d'où des "types dynamiques" (T.D.) sous la forme de nombres à 6 chiffres variant de 0 à 5.

Remarque: la détermination des types dynamiques fait un large appel à l'intuition et à l'expérience de l'opérateur. Des compteurs statistiques de dépassement de niveau auraient permis d'obtenir des nombres "objectifs", mais sans aucun lien avec les problèmes que se pose le preneur de son, jugeant de manière à la fois technique et esthétique

et le paramètre supplémentaire obtenu n'aurait pas dispensé de l'établissement du type dynamique. Nous n'avons pu, dans cette étude, disposer du matériel permettant d'étudier ce facteur purement physique.

74 - TYPES SPECTRAUX

Pour les phénomènes non stationnaires, on peut définir, moyennant certaines précautions (242, 243), une représentation spectrale faisant intervenir une variable aléatoire; l'intérêt en est surtout théorique et, pour le moment, purement physique. La décomposition de Fourier n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de l'utilisation d'une suite totale des fonctions orthogonales et l'on a préconisé d'autres méthodes (244) impliquant des paramètres fonction du temps bien différents de simples sinusoïdes. Il n'est pas évident que ces nouvelles fonctions spectrales, ou d'autres encore, soient moins adaptées aux conceptions psychophysiques que les transformées de Fourier classiques, lesquelles ont sous-tenau les nombreuses théories de l'audition (245) émises depuis plus d'un siècle.

La masse considérable des recherches effectuées à partir de la décomposition de Fourier confirme cependant la valeur de celle-ci, dont nous nous servirons.

L'importance des "transitoires" et ses relations avec les propriétés spectrales ont été mis en évidence de la manière la plus nette (246) . Mais la littérature technique courante a fait preuve d'un engouement quelque peu excessif pour le "spectre" et la "phase", estompant les considérations plus générales qui précèdent.

Dans ce travail, on a cherché à mettre en évidence un paramètre spectral, utilisant les données classiques, mais adapté aux modulations sonores, donc sans nous attaquer au problème des décompositions différentes de celles de Fourier. Celles-ci ont simplement été mentionnées pour situer les conditions d'élaboration du "type spectral" établi en fonction de l'acquis psychophysique et de l'appareillage disponible. Ce n'était pas, a priori le plus important des facteurs décrivant une modulation.

Nous avons pris en compte, dès l'abord, la notion importante de bande critique. Il s'agit de l'intervalle de fréquences tel que l'énergie acoustique de sons purs dont les fréquences fi sont incluses dans cet intervalle est indépendante de la répartition de fi. Les études ont porté particulièrement sur le seuil auditif (247a), l'effet de masque (248, 249), ou les sons résiduels (250, 251), mais, il est évident que cette propriété sommatoire de l'oreille, résultant certainement de caractéristiques physiques de la membrane basilaire, intervient aussi dans l'écoute des modulations complexes. D'où leur intérêt dans l'élaboration d'un type spectral, que nous pourrions être tenté de définir comme la distribution sur tout le spectre des énergies contenues dans chaque bande critique; un modèle de l'audition devenu classique (Zwicker 252) a d'ailleurs été deduit de ces conceptions.

Il en résulterait cependant une caractéristique difficile à manier, puisque l'on compte 24 bandes critiques (6 b), s'identifiant, approximativement sauf dans le grave, aux bandes I/3 d'octave traditionnelles; de là l'idée de grouper certaines de ces bandes en vue d'obtenir une caractéristique s'exprimant par un nombre de 6 ou 7 chiffres au plus.

Réalisation des essais

On a utilisé les 40 échantillons de IO secondes, résultant d'un choix au hasard ayant déjà servi pour l'étude de l'enregistreur Bruel et Kjaer; puis effectué pour chacun d'eux une analyse I/3 d'octave

(28 bandes centrées de 40 Hz à 20 000 Hz) et porté les résultats sur des graphiques adéquats (échelle logarithmique de fréquences en abscisses, décibels en ordonnées). D'où un jeu de courbes, présentant une allure générale commune, en dôme plus ou moins aplati, ( ); ces courbes diffèrent surtout par l'aspect de ce "dos d'âne" situé entre 300 et 500 Hz, ce qui nous a conduit à particulariser la région de fréquences correspondantes. Nous avons adopté un groupement des bandes I/3 d'octave en 6 classes, les courbes superposées par transparence montrent des sous-ensembles possédant des directions préférentielles différentes dont les limites sont celles des classes:

graves (bandes centrées sur 40 - 50 - 63 - 80 - I00 - I25 - I60 Hz)

médium central (3I5 - 450 - 500 Hz)

médium large (200 - 250 - 630 - 800 - I000 Hz)

premier aigu (I250 - I600 - 2000 - 2500 - 3I50 - 400 Hz)

aigu (5000 - 6300 - 8000 - I0 000 Hz)

extrême aigu (I2 500 - I6 000 - 20 000 Hz)

Pour affecter un chiffre à chacune de ces classes, nous avons procédé de la manière suivante. On a calculé pour chaque modulation l'écart $\Sigma l_{/n_i} - \Sigma l_{/n}$ entre la moyenne des niveaux de pression enregistrés pour chaque classe et la moyenne globale sur tout le spectre. D'où le tableau 22 , qui caractérise par conséquent des modulations ramenées à un niveau global identique. Les valeurs obtenues ont ensuite été portées sur un graphique (tableau 23,), qui montre immédiatement la nécessité, dans chaque classe de fréquences, de définir, pour les classes de niveau, des limites différentes. Celles-ci sont représentées en bas du tableau 23; il a été prévu 6 classes reparties pour assurer la précision maximale dans les régions de forte densité du graphique ci-dessus.

Résultats

Les limites des classes de niveau sont les suivantes:

classes ↓ niveaux° →	0	I	2	3	4	5	6
fréquences							
graves	< -I2	-I2, -9	-9, 0	0, 4	4, I0	I0, 20	⩾ 20
médium large	< -I0	-I0, -5	-5, 0	0, 3	3, 9	9, I5	⩾ I5
médium central	< -I2	-I2, -5	-5, 6	6, I5	I5, 20	20, 25	⩾ 25
premier aigu	< -I0	-I0, -2	-2, 5	5, 9	9, I5	I5, 25	⩾ 25
aigu	< -20	-20,-I5	-I5,-I0	-I0, -5	-5, 0	0, 5	⩾ 5
extrême aigu	< -30	-30,-25	-25,-20	-20,-I5	-I5,-I0	-I0, 0	⩾ 0

° limite supérieure exclue

Pour le dépouillement pratique, nous avons adopté les limites supérieures suivantes :

	0	I	2	3	4	5	6
G	-I0	-5	0	5	I0	20	∞
M L	-I0	-5	0	5	I0	I5	∞
M C	-I0	-5	5	I5	20	25	∞
P A	-I0	0	5	I0	I5	25	∞
A	-20	-I5	-I0	-5	0	5	∞
E A	-30	-25	-20	-I5	-I0	0	∞

Nous affecterons donc a chaque modulation un nombre de 6 chiffres compris entre 0 et 6, qui sera son "type spectral" (T.S.), établi de manière aussi peu conventionnelle que possible.

Le type spectral complet devrait tenir compte des infra-sons et des ultra-sons qui ne sont pas négligeables, surtout ces derniers et particulièrement dans la parole (253, 254). L'appareillage électro-acoustique n'en permettant pas la transmission, la présente étude s'est bornée aux "fréquences audibles".

D'autre part, la méthode suivie estompe l'influence des formants, lesquels permettent de distinguer des instruments du même genre, comme les transitoires ceux de genre différent (255) . On peut même prévoir que, non seulement des instruments, mais des modulations différentes pourront correspondre à des types spectraux identiques, d'où la nécessité de prendre en compte l'ensemble des types artistiques, dynamiques et spectraux.

Dans la suite de ce travail, nous analyserons systématiquement les modulations employées et leur affecterons des nombres G, D, S

G genre artistique, I chiffre de I à 8

D type dynamique, 6 chiffres de 0 à 5

S type spectral, 6 chiffres de 0 à 6

8 - TYPES ARTISTIQUES, DYNAMIQUES ET SPECTRAUX

L'importance relative des types artistiques, dynamiques et spectraux n'a pas donné lieu à d'importantes controverses. Elle a simplement varié historiquement en fonction des moyens d'investigation. On a mis d'abord l'accent sur l'aspect artistique, faute d'un développement technique suffisant permettant de mesurer les pressions sonores, puis sur l'aspect dynamique; enfin a dominé le point de vue spectral, au fur et à mesure des progrès de l'électronique.

L'examen critique de la littérature laisse cependant planer des doutes sur la prééminence objective de ce dernier aspect. Pimonov (256) par exemple, admet l'équivalence du renforcement du niveau des fréquences extrêmes de la bande audible et d'un élargissement vers les ultra-sons de cette bande. L'intensité relative des partiels est, comme leur position dans le spectre, un facteur du timbre (106). Et si certaines qualités esthétiques (profondeur, timbre, brillance) du son revêtent une importance subjective différente selon les fréquences (257), Schouten a montré (25) que le timbre résulte de fluctuations, non seulement de l'enveloppe spectrale, mais de l'enveloppe temporelle du signal. Remarque analogue dans le cas précis de la parole: la variation d'amplitude correcte à l'intérieur des segments vocaliques est d'une importance qui n'est pas inferieure à celle de la composition spectrale (Cohen 258).

Les variations d'amplitude sonore, soit globales, soit concernant certaines bandes de fréquences paraissent donc être en soi aussi remarquables que des facteurs résultant de considérations plus fines concernant la structure spectrale. Ce fait apparaît aussi dans les modèles de l'audition où la perception de l'amplitude et de la fréquence sont intimement liées aux variations de niveau; on a montré (259) qu'un seul type de détecteur, sensible aux variations d'amplitude, suffit pour expliquer la perception de modifications quelconques du son.

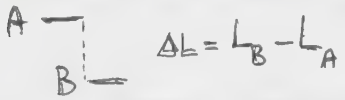
L'influence des genres artistiques est, elle, maintenant pratiquement passée sous silence, du moins dans les études d'acoustique proprement dites. On distingue dans la technique la musique et la parole, soit en fonction de l'enveloppe temporelle du signal (260), soit en fonction de leur contenu informatif (recherches sur les "enchainements"). On a cependant montré l'insuffisance du critère de différenciation parole-musique (45), même pour des études purement techniques.

Nous avons donc été conduits à comparer l'importance des genres artistiques (G), des types dynamiques (D) et des types spectraux (S), par des essais spécialement conçus pour des modulations écoutées dans des conditions aussi proches que possible de celle des auditeurs. Ceux-ci réagissent surtout aux transitions entre modulations différentes (enchaînements) et au réglage du niveau pour chacune d'elles (dynamique). D'où l'élaboration de deux types d'essais, permettant de se faire une idée du poids relatif des G, D, S, pour ces catégories d'observations.

8I - ETUDE DES ENCHAINEMENTS

Principe: Les essais ont été conçus pour répondre à l'objectif

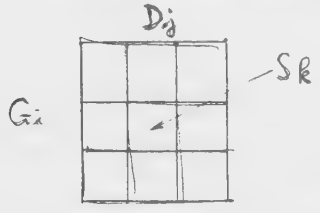
du présent chapître, mais on a mis à profit les résultats partiels obtenus pour une premiere étude du problème des enchaînements. On peut le résumer ainsi: une modulation B fait suite à une modulation A L'enregistrement et les réglages ayant été effectués dans certaines conditions, une correction du niveau de B par rapport à A se révèle souvent nécessaire et varie selon les conditions d'écoute. La figure ci-contre résume le diagramme des niveaux de réglage L



Dans le cadre des essais actuels, dits "G D S", nous avons adopté le principe suivant:

Soit une modulation de référence R et des modulations A et B ne différant que par l'une des variables G, D ou S. En comparant les propriétés des enchaînements RA et RB, nous constatons certaines différences symbolisées par ρ_G , ρ_D , ρ_S selon la variable choisie. L'étude comparée de ρ_G , ρ_D , ρ_S donne une idée de l'importance relative des genres, types dynamiques et types spectraux.

Nous avons longuement cherché le moyen de constituer avec les 3 variables un carré latin, par un choix convenable des modulations. Bien que disposant d'un stock de 80 échantillons dûment analysés pour en déterminer les TD et les TS, cela s'est révélé impossible, les conditions étant beaucoup trop draconiennes. Nous avons dû nous résigner à ne faire varier qu'une variable à la fois; la similitude des variables muettes n'a pu même être obtenue que de manière approchée, mais elle était cependant très nette.



30 comparaisons ont eté faites (IO pour chaque variable)
5 de genres:

musique-musique,	musique-musique
parole-musique,	parole-musique
parole-parole,	parole-chant
parole-chant,	parole-musique
parole-musique,	parole-parole
musique-chant,	musique-musique
bruit-chant,	bruit-musique
parole-musique,	parole-bruit

Les TD et TS étaient choisis pour répondre au plan d'expériences.

Nous avons considéré les enchaînements stéréo-stéréo (SS), stéréo-mono (SM), mono-stéréo (MS), mono-mono (MM) de manière à disposer, au prix d'un nombre restreint de manipulations, d'un ensemble de comparaison plus important. De plus et bien que les enchaînements SM et MS soient assez rares dans la pratique, les séquences consécutives étant séparees par de grands silences, il était intéressant de vérifier s'il se présentait, ou non, des caractères spécifiques dûs au hiatus brutal de relief sonore.

Il s'agissait d'audition stéréophonique vraie réalisée par haut-parleurs et non au moyen d'écouteurs (34 b) , c'est-à-dire de l'écoute habituelle.

Les prises de son avaient été réalisées au moyen de 2 microphones unidirectionnels espacés de 17cm, sans utiliser le procédé permettant de reconstituer le champ sonore qui serait perçu par l'auditeur

en l'emplacement des micros (261), qui donne une comptabilité moins bonne. L'écoute monophonique était, comme dans toute cette étude, obtenue en supprimant l'une des voies stéréophoniques; les modulations étaient choisies pour que ce procédé soit valable.

Pour augmenter le domaine de référence, nous avons aussi étudié systématiquement les enchaînements inverses (A B, puis B A), bien qu'il n'y ait pas à priori de relation obligée entre "direct" et "inverse". Le choix et le découpage des séquences (durée 20 s) était tel que l'enchaînement soit esthétiquement possible.

Au total, la sélection des modulations expérimentées a demandé pour ces essais, un effort particulièrement notable, car il fallait aussi respecter les conditions GDS, celles-ci étant les plus importantes.

Trois niveaux moyens d'écoute ont été prévus:

f = 50 dB m = 65 dB F = 80 dB (pondération A)

L'influence du niveau d'écoute sur les enchaînements est en effet prévisible, en raison de la sensibilité variable de l'oreille selon les fréquences, ainsi que sur l'effet de relief, la sonie binaurale étant liée au diagramme spatial subjectif (262), lui-même sous la dépendance de l'intensité sonore.

Entre les séquences, le silence durait 3 secondes.

Essais effectués dans le bloc studio M, portant sur 6 sujets sélectionnés. Le plan d'expériences les considérait comme "sujets glissants"; nous avions vérifié au préalable la concordance satisfaisante de leurs réactions, qui était de l'ordre de la reproductibilité individuelle d'une séance à la suivante.

Réalisation

Un même sujet effectuait en une seule séance toute la série d'essais correspondant à un jeu donné de modulations R.A.B. (direct, inverse, f, m, F, SS, SM, MS, MM). Les repos nécessaires étaient ménagés pour éviter la fatigue.

Les sujets devaient, en agissant sur un potentiomètre, agir sur la 2ème séquence de l'enchaînement pour réaliser un "équilibre esthétique" de l'ensemble, sans cassure, ni rupture. Toute référence au "volume" ou à l'intensité sonore était évitée, afin de ne pas créer de réaction systématique à la force sonore; ces points étaient longuement expliqués et des essais préalables effectués. Le réglage était enregistré sur appareillage Bruel et Kjaer. Le dépouillement des enregistrements a permis d'obtenir des tableaux tels que:

direct

	SS	SM	MS	MM
f	ΔL_A ΔL_B			
m				
F				

inverse

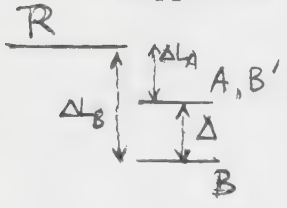
	SS	SM	MS	MM
f				
m				
F				

où chaque case renferme les dénivellations

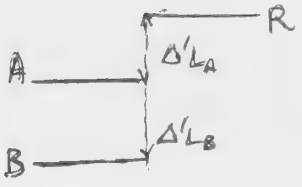
correspondant aux modulations a comparer A et B.

Les expériences se rapportant aux différentes cases ont été faites à partir des mêmes bandes magnétiques, supports physiques invariants. Les réglages de niveau pouvant être différents d'une bande à l'autre et difficilement ajustables, les résultats ont été rendus comparables de la manière suivante:

supposons que pour la case (direct, f, SS), nous ayions obtenu les enregistrements ci-contre. Si nous supposons que B est remplacé par une bande B', physiquement différente, dont le niveau moyen est abaissé de Δ, la réponse du sujet sera ΔL_A



Pour le cas "inverse", B étant remplacé par B' plus faible, il fallait augmenter les dénivellations de Δ.



Notons que, dans le cas inverse, la première séquence A ou B était présentée au même niveau global que la séquence R dans le cas direct.

Résultats:
Ils sont représentés graphiquement sur les tableaux 24, 25, 26 et 27. Les deux premiers représentent en fonction du niveau sonore (faible, moyen, Fort) et pour chaque type de relief sonore la moyenne des corrections ΔL des modulations pour l'ensemble du plan d'expériences, dans le cas "direct", dans le cas "inverse" et la moyenne des deux. Nous mettons ainsi en évidence l'influence du niveau sonore, étant entendu que les courbes traces ne représentent pas à priori une interpolation exacte, mais ont simplement pour but de visualiser les points expérimentaux de manière plus efficace.

Observations générales:-ces courbes ne sont que très rarement des droites.
- les différences de ΔL, dans les cas F et f de niveau ambiant sont de l'ordre d'une dizaine de décibels pour des modulations enchaînées de genres différents, beaucoup plus faibles pour des genres identiques (tels que les enchaînements parole-parole).
- par conséquent, la réalisation d'enchaînements doit être faite à un niveau global comparable au niveau d'écoute apres transmission.
- La comparaisor des cas SS, SM, MS et MM montre des différences pouvant être très importantes entre les enchaînements purement mono ou stéréo et les enchainements mixtes (cas parole-chant ou musique-chant), dans d'autres cas un "air de famille" apparaît (parole-parole, bruit-chant).
- Les enchainements stéréo-stéréo et mono-mono suivent des lois différentes soit pour les 3 niveaux soit à niveau fort ou faible. L'intérêt d'une étude systématique dans ces deux cas de relief, extrêmement importants, est donc confirmé.

Le tableau 26 représente, de la même manière, les ΔL moyens sur toutes les modulations ne différant que par le genre artistique, le type dynamique ou le type spectral; résultats qui correspondent aux valeurs numériques suivantes (moyennes générales).

relief → / niveaux ↓	Genres SS	Genres SM	Genres MS	Genres MM	T. Dyn. SS	T. Dyn. SM	T. Dyn. MS	T. Dyn. MM	T. Spectr. SS	T. Spectr. SM	T. Spectr. MS	T. Spectr. MM
f	-0,2	0,7	0,I	I,I	-0,I	0,6	-I,0	-0,8	2,6	3,5	-3,7	-I,6
m	-4,I	-2,5	-4,7	-3,7	-2,4	-0,6	-2,8	-I,5	-2,7	2	-5,8	-I,5
F	-7,6	-5,7	-5,4	-6,5	-2,6	-I,0	-5,0	-2,5	-3,7	2	-9,4	-4,0

On voit que des enchaînements mettant en évidence le genre, le TD ou le TS permettent dans chaque cas de montrer une influe du type de relief; on ne peut dire cependant, d'après des graph s, que l'un des facteurs G, D, S fasse apparaitre une différence plu importante. De ce point de vue, les types artistiques, dynamiques ou spectraux paraissent être d'importance comparable.

Nous pouvons aussi faire apparaître dans les cas suivants, l'amplitude maximale de variation du ΔL

types ↓ / relief →	S S	S M	M S	M M	Moyenne générale
GENRES	7,4	6,4	5,I	7,4	6,6
TYPES DYNAMIQUES	2,5	I,6	4,0	I,7	2,4
TYPES SPECTRAUX	6,3	I,5	5,7	2,4	3,9
ENSEMBLE	5,3	3,2	5,I	3,8	4,3

On voit ici apparaitre une différence nette entre les types G, D, S et les types d'enchaînements suivant le relief:

SS et MM se rapprochent pour les genres

SM et MM se rapprochent pour les TD

TD et TS se rapprochent pour le relief (S , M)

Enfin les genres se détachent nettement pour la moyenne générale

Le tableau 27 (graphiques supérieurs) montre les Δ L moyens pour l'ensemble des transitions (donc tous cas G, D, S réunis), soit pour des types de relief donne (SS, MM...), soit pour des groupements de ces derniers (...SS + SM, c'est-à-dire tous enchaînements stéréo-stéréo et stéréo-mono).

	SS	SM	MS	MM	SS+MM	SS+SM	SM+MS	SS+SM +MS+MM
f	0,8	I,6	-I,5	-0,4	0,2	I,2	0,I	0,3
m	-3,I	-0,4	-4,4	-2,2	-2,8	-I,7	-2,4	-2,6
F	-4,4	-I,6	-6,6	-4,2	-4,3	-2,5	-4,I	-4,2

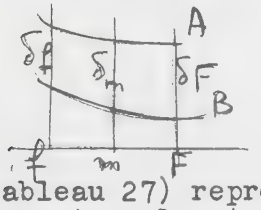
Observations:

- l'allure des courbes est identique et n'est jamais une droite
- les pentes sont variables et faibles (amplitude sur 30 dB)

SS	SM	MS	MM
5,2	3,2	3,2	5,I

- les corrections moyennes sont nettement audibles, mais cependant relativement faibles étant donné l'importante variation du niveau global d'écoute (30 décibels). L'examen des cas particuliers fait ressortir parfois des valeurs beaucoup plus importantes.

Nous avons calculé les "écarts" maximaux, définis comme suit pour des enchaînements du type RA et RB, A et B ne différant par exemple que par le genre, on obtient les courbes représentatives du ΔL en fonction du niveau d'écoute. On considère les écarts δ entre ces courbes. Les tableaux qui suivent (et les courbes du tableau 27) représentent les quantités Max (δ), dans les cas G, D, S, pour tous les types de relief.



	GENRES				T.DYN.				T.SPECTR.			
	SS	SM	MS	MM	SS	SM	MS	MM	SS	SM	MS	MM
f	2,5	5,4	5,2	5,9	2,5	5,3	6,5	6,3	2,4	5,9	7,9	7,3
m	6,I	4,9	5,6	7,4	6,3	6,2	6,4	7,3	6,6	5,7	6,4	6,I
F	6,6	7,6	5,3	7,2	6,8	6,4	6,4	6,2	6,I	5,4	5,0	4,7
MOY.	5,I	6,I	5,7	7,0	5,2	5,9	6,4	6,6	5,I	5,7	6,4	6,I

Observations:

- les écarts concernant G, D, S sont du même ordre
- si l'on fait la moyenne générale de ces écarts maximaux on obtient respectivement 6,0 6,3 5,7

Donc D > G > S

mais de très peu

- G fait apparaitre une différence un peu plus nette entre MM et SS
- la différence des écarts entre F et f est importante pour G, un peu moins pour S, faible pour D.
- Mais dans l'ensemble, il n'y a pas de différence très sensible entre l'aspect des tableaux correspondant à G, D ou S.

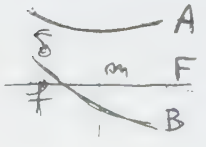
En bas du tableau 27, on a également tracé des courbes portant sur des moyennes plus étendues, qui montrent alors l'identité quasiment complète, et tout à fait remarquable des résultats concernant G, D, S.

Une première conclusion s'impose: si pour des raffinements statistiques on peut montrer une importance légèrement différente des types artistiques, dynamiques ou spectraux, on peut dire que dans l'ensemble, cette importance est équivalente.

L'étude des courbes individuelles représentant les résultats détaillés de chaque séance a permis de confirmer ce point de vue, de la manière suivante:

- ces resultats élémentaires s'expriment par deux courbes A (représentant $\Delta L_A = L_A - L_R$) et B représentant ΔL_B
On a comparé ces courbes en ajoutant tous les $|\delta|$ et l'on obtient

R A B



G	D	S
I2I2	I464	I383

Par conséquent cette différenciation est à peu près la même dans les trois cas. On a quand même D > S > G.

Les genres paraissent donc, comme précédemment, un peu moins importants.

82 - ETUDE DE LA DYNAMIQUE

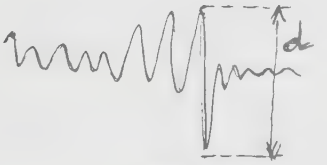
Le principe des essais qui suivent est analogue au précédent; on part de couples de modulations A et B ne différant que par le genre (essais G), le type dynamique (essais D) ou le type spect. (essais S).

Ici, nous avons mis à profit l'étude de la représentation d'une modulation par un bruit rose, en demandant explicitement aux sujets de considérer l'aspect subjectif de l'évolution du niveau d'intensité sonore en fonction du temps, dans le contexte de l'échantillon présenté et sans s'attacher à tel instant particulier.

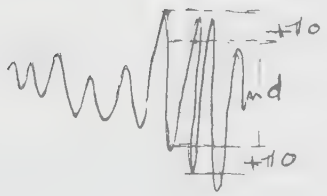
La comparaison des résultats dans les cas G, D, S devait permettre comme ci-avant une pondération relative des genres TD et TS.

Les essais ont été faits studio M en stéréo et en monophonie, à 3 niveaux moyens f, m, F, (50, 65, 80 dB) et l'on a utilisé 18 couples d'échantillons de modulations, dont la durée était de 20 secondes, triés pour être conformes au plan d'expériences.

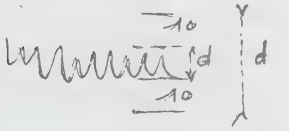
Pour étendre le domaine d'étude, nous avons de plus fait varier la contrainte appliquée à chaque modulation, résultant d'une compression (± 10 dB) ou d'une augmentation (± 10 dB) de la dynamique.



= modulation de départ, dynamique assez large



> modulation à dynamique augmentée



< modulation à dynamique réduite

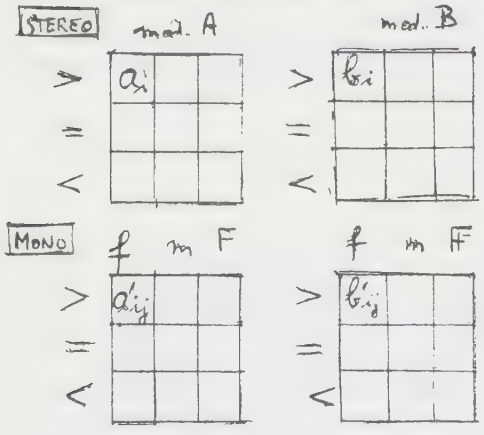
Ces modifications étaient effectuées par l'opérateur, s'aidant de repères établis à l'occasion des répétitions jusqu'à ce que le processus soit suffisamment reproductible.

Les 6 sujets de l'essai précédent ont participé d'abord à l'étude du cas G, puis du cas D, puis du cas S.

Un seul sujet par séance et par couple A B.

Le niveau du bruit rose était enregistré.

Principe du dépouillement:



Dans chaque case on portait le niveau a_{ij} ou b_{ij} correspondant.

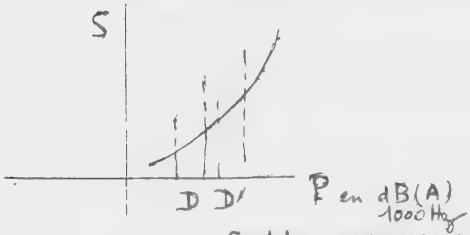
On a tracé les courbes (pour chaque modulation représentant les variations des lignes et des colonnes pour chaque carré (les b et b' étant corrigés pour que $b_{22} = a_{22}$ de façon à faciliter la comparaison).

D'où des jeux de courbes à contrainte constante et à niveau constant.

Résultats :

Nous avons d'abord effectué un certain nombre d'observations sur les résultats concernant chaque couple (A, B):

I/ A contrainte constante, la dynamique apparente est nettement plus faible à niveau élevé. L'interprétation de ce phénomène n'est pas évidente au moyen des courbes de Fletcher, surtout si l'on suppose les ordonnées graduées en sones, car la dynamique transposée D' coupe alors davantage de lignes isosoniques en raison de la loi exponentielle liant les sones aux phones ($S = 2^{\frac{P-40}{10}}$)



Cette remarque montre que l'aspect subjectif de la dynamique est déjà un phénomène complexe dont on ne peut rendre compte d'emblée à partir des essais physiologiques en sons purs.

2/ A niveau constant : l'allure des courbes est beaucoup plus horizontale, légère tendance à baisser pour la forte dynamique, mais il y a des exceptions pour certains genres.

Comme la différence subjective de dynamique était extrêmement nette, on voit que la représentation de celle-ci par un bruit rose ne fait pas intervenir de phénomènes simples. Il semble que l'on doive donner au terme dynamique deux sens: amplitude de variation de la force sonore et amplitude de variation de "l'impact subjectif" d'une modulation. L'echelle de bruit rose repérerait cette dernière, qui serait à proprement parler une "dynamique subjective" assez souvent en contradiction avec la dynamique objective.

Les variations du niveau de bruit rose en fonction de la contrainte ont un aspect très varié, mais l'ensemble des courbes pour chaque modulation présente une cohésion remarquable.

En conclusion, si nous introduisons l'adjectif "sujétique" pour désigner l'aspect perceptif d'un phénomène objectif et réservions le terme "subjectif" pour des perceptions, issues de tels phénomènes, mais en correspondance plus éloignée, on pourrait dire la dynamique dont parlent les techniciens est objective; perçue elle devient sujétique. La dynamique subjective constituerait un niveau de perception plus élevé, qui semble bien être d'ailleurs, pour un auditeur compétent, mais non spécialisé techniquement, le plus valable.

Dans la suite de ce travail, nous ne ferons pas toujours cette distinction d'adjectifs, qui n'est pas classique, le terme subjectif étant généralement employé quel que soit le niveau de perception.

3/ Pour chaque couple de modulations (A, B), nous avons élaboré un tableau des concordances présentées par les courbes. Le tableau 28 résume les résultats. Nous avons évalué en stéréo et en mono le nombre de courbes de forme générale concordante ("allure") et celui des courbes d'écoute concordant (toujours <5dB). La colonne de gauche indique les quantités $\sum |a_{ij} - b_{ij}|$, somme étendue à toutes les cases, pouvant constituer un indice global de differenciation.

Les moyennes dans les cas G, D, ou S ont été indiquées, ainsi que des sommes plus générales (colonnes de droite).

On voit que l'effet imputable aux genres, types dynamiques ou spectraux est en séparant mono et stéréo:

influence de G plus nette en stéréo qu'en mono; conclusion contraire pour l'influence de D, quoique moins marquée; S se comporte comme G, mais de façon beaucoup moins nette.

Mais l'effet est du même ordre pour les résultats globaux.

Nous avons ensuite effectué la moyenne des tableaux de réponse (valeurs centrées telles que $a_{ii} = b_{ii}$)

STEREO

	G			D			S		
$>$	0	-I	-6	I	-0,5	-2,5	3	-2	-4
$=$	-I	-3	-7,5	0,5	-3	-4	I,5	-3	-6
$<$	-I	-3	-7	I	-3	-2	3	-2,5	-4,5

MONO

	f	m	F	f	m	F	f	m	F
$>$	3,5	-3	-5,5	0,5	-5	-3	4	-3	-5
$=$	I	-4	-8	-2	-2	-5	I	-3,5	-4
$<$	I	-4,5	-7	-3	-2	-4	4	-2	-3

Ces résultats sont traduits en graphiques dans le tableau 29

On remarque une concordance d'allure dans les trois cas (G, D,S) meilleure en stéréo qu'en mono, les courbes, en stéréophonie présentent une bonne cohérence d'ensemble, mais non en mono.

La stéréophonie apporte donc une clarification des réponses probablement reliée à des caractères spéciaux de l'écoute. L'amélioration due à la présence d'un relief sonore notable est ainsi mise en évidence.

Les différences entre G, D, S, sont les plus faibles à niveau moyen.

L'effet de G, D ou S sur la variation de la forme des courbes en fonction du paramètre fixe pour chaque graphique (dynamique ou niveau global) ne parait pas différent, ce qui confirme l'analyse

plus objective du tableau de concordances établi sur l'ensemble des cas particuliers.

Nous pouvons maintenant dresser un bilan comparé de la signification des types artistiques, dynamiques ou spectraux. La distinction classique musique-parole, issue des réactions banales d'auditeurs mécontents (263) s'estompait déjà dès que l'on s'éloignait de la perception esthétique; cas de l'étude des propriétés statistiques du niveau (45) ou du débit d'information (8e). Les essais précédents montrent que si l'on cherche à tenir compte à la fois de caractéristiques artistiques et physiques, on est conduit à donner des poids équivalents aux types correspondants. C'est là un point important dont il sera tenu compte dans la suite de ce travail: les plans d'expériences devront non seulement prévoir des dynamiques et spectres variés, mais aussi un nombre de modulations suffisant.

Et si l'on peut imaginer dès maintenant (264,265) que des traitements de la dynamique ou des enchaînements puissent être réalisés par ordinateur, il semble que le problème ne se réduise pas à une analyse physique en temps réel, dans des conditions déterminées une fois pour toutes. Compte devrait être tenu, même pour des problèmes dits de "niveau sonore", des relations entre les paramètres physiques et esthétiques, au même titre que des paramètres purement physiques.

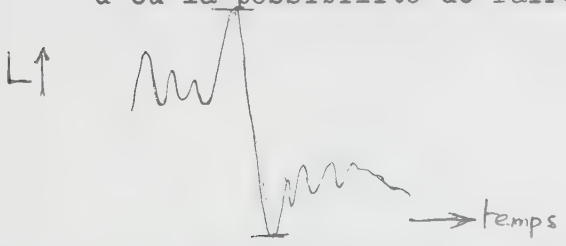
9 - L'INDICE DYNAMIQUE

La technique a déjà mis depuis très longtemps l'accent sur les problèmes de compression de la "dynamique". D'abord, comme nous l'avons dit, pour la prise de son (1c) , le réglage des niveaux sur les câbles de transmissions (266), et d'une manière générale dans toute la littérature spécialisée en basse fréquence. On appelle alors dynamique d'un signal l'écart, évalué en décibels, entre les valeurs maximale et minimale du niveau. Il peut s'agir d'une dynamique "électrique" ou "acoustique" selon la nature du signal étudié.

Cette définition parait donc nous imposer d'emblée un paramètre bien défini, pour l'étude de la régulation du niveau sonore. Mais il faut faire intervenir des considérations psychophysiques qui vont compliquer le problème; elles sont déjà latentes lorsqu'on parle de dynamique orchestrale, on trouve pour celle-ci des chiffres apparemment contradictoires (267,268), qui s'expliquent si l'on admet qu'est indéterminée la durée de mesure du maximum et du minimum, ainsi que l'emplacement de l'auditeur par rapport à la masse orchestrale; d'où variation du relief subjectif, donc de la perception sonore. De plus, l'expérience de tous les auditeurs avertis montre que l'effet subjectif de dynamiques égales, mesurées dans les mêmes conditions bien définies, dépend beaucoup de la nature des modulations.

Cette notion de dynamique doit donc être plus fouillée. Des recherches concernant la parole (269) ou la musique (270) ont montré que l'évolution du niveau sonore au cours du temps présente une importance au moins égale à celle de l'écart maximal de niveau pour l'appréciation d'une qualité globale. Il faudrait surtout pour la musique, faire intervenir les variations lentes ou rapides de "l'enveloppe" sonore. Ainsi se dessine l'importance d'une dynamique évolutive, que confirme d'ailleurs notre propre expérience de l'écoute, et qui sera l'un des fils directeurs de ce travail, quand l'on procédera aux essais statistiques proprement dits.

Il convient cependant de choisir un paramètre rendant compte de manière aussi globale que possible de cette dynamique evolutive, d'où la possibilité de faire intervenir des taux de dépassement concernant des niveaux intermédiaires, plûtôt que les extrema instantanés.



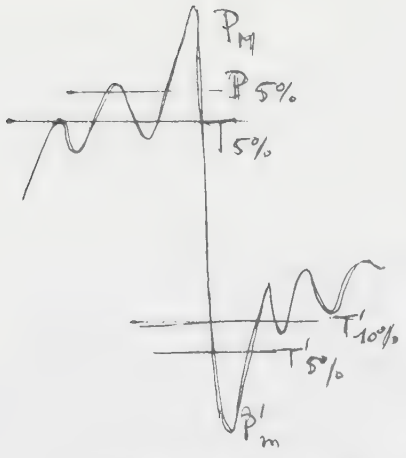
Nous avons considéré les possibilités résumées dans le tableau: les lignes concernent les maxima,(pics) les colonnes les minima (creux):

	P'_m	$T'_{5\%}$	$T'_{10\%}$
P_M	A	B	C
$P_{5\%}$	D	E	F
$T_{5\%}$	G	H	I

P_M, P'_m niveau max et min stricts

$P_{5\%}$ niveau tel que 5% des pointes le dépassent (vers le haut ou vers le bas)

$T_{5\%}$, $T'_{5\%}$ niveau tel qu'il soit dépasse (vers le haut ou vers le bas pendant 5% du temps).



D'où les possibles définitions de la dynamique obtenues, pour chaque case, en retranchant la colonne de la ligne.

En clair:

$$A = P_M - P'_m$$

$$B = P_M - T'_5$$

$$I = T_5 - T'_{10}$$

Pour distinguer A, B ... I de la "dynamique" définie par les techniciens, nous appellerons ces quantités "indices de contrainte", expression qui résume l'aspect sensoriel, l'amplitude de variation des niveaux sonores étant la plupart du temps inférieure à ce que désirerait l'oreille.

Remarques:

I/ les niveaux à soustraire n'ont pas été choisis arbitrairement, mais comme devant, d'après la pratique, être les plus plausibles. En particulier, on a tenu compte du fait que les minima sont surtout ressentis en fonction de leur durée, plutôt que du nombre de creux.

2/ le paramètre choisi après les essais que nous allons décrire est déduit de l'enregistrement, sur matériel Bruel et Kjaer, avec les réglages déjà définis, de la variation du niveau électrique. Il est donc tout à fait objectif.

Tous ces essais étaient effectués en stéréophonie, l'enregistrement graphique étant celui de la voie gauche monophonique compatible. Les modulations étaient choisies pour que cette voie ne subisse pas d'éclipses, c'est-à-dire de fortes baisses de niveau sonore imposées par la position des sources. La somme A + B des deux voies auxquelles on penserait pour représenter au mieux le niveau stéréophonique n'est pas utilisable en raison des déphasages variables entre les voies à chaque fréquence, qui tendent à "raboter" les pics dus à des sources intenses localisées. Au contraire, dans ce cas, la voie monophonique compatible reste un bon indicateur du niveau subjectif.

9I - PRINCIPE DES ESSAIS.

Ils ont été réalisés au studio M et portent en tout sur une trentaine de sujets. On a mis à profit chaque séance pour obtenir le maximum de renseignements sur la dynamique au moyen d'expériences annexes à l'essai principal réglé en vue du choix d'un indice dynamique. Outre une économie de moyens, cette méthode permettait de varier et graduer les opérations demandées aux sujets, realisant ainsi une progression de la qualification.

Chaque séance comportait les expériences suivantes:

I°) essai préliminaire. Le sujet devait, en manœuvrant le potentiomètre, réaliser des compressions ou des dilatations (extension) plus ou moins fortes (repérées respectivement, en pensant à la "contrainte I, 2 pour les premières, -I, -2 pour les secondes, O pour la modulation dite "originale" dont la dynamique était telle que l'on puisse sans difficulté la modifier par compressions ou extensions). Ces mo-

difications présentaient un caractère spontané.

2°) L'opérateur realisait lui-même ces modifications, c'est-à-dire, à son idée, des compressions ou dilatations reperees par les chiffres I, 2. L'observateur, qui écoutait dans le studio, devait les classer (de 0 à 20), puis l'operateur classait (de I à 5) d'après leur aspect visuel, les enregistrements obtenus. D'où une comparaison possible entre le classement auditif, fait par le sujet, et le classement visuel fait par l'opérateur.

3°) Des modulations, (durée 40s), étaient enregistrées, avec des compressions ou extensions de type 2, I, 0, -I, -2. Ce matériel avait été préparé en studio, avec contrôle auditif et visuel simultanés. Par conséquent, le caractère spontané propre aux deux premiers essais n'existait plus; chaque version était esthétiquement valable, d'où la nécessité de répétitions nombreuses avant d'obtenir les enregistrements magnétiques définitifs.

On demandait à des sujets de classer les différentes versions d'une même modulation, en leur attribuant une note de 0 à 20.

Un classement objectif était réalisé en calculant d'après les enregistrements graphiques, les différents indices dynamiques.

La concordance entre les différents classements était évaluée en calculant le coefficient τ de Kenndall (136 k) .

Modulations utilisées (prélevées sur un stock établi en vue d'autres essais)

Repère	Titre	Genre	T Dyn.	T. Spectr.
B	"Arcanna"	Symph.	443 435	I54 432
C	"Piraten".	Jazz	034 223	242 254
D	"Le refus"	Dramatique	054 525	253 232
E	Joan Suth...	Chant F.	I32 334	453 2II
G	"Coeur Variétés"	Variétés	043 535	342 232
H	Renault	Bruit	442 324	332 I55
J	"Mystères Cosmos"	Parole H.	443 435	I43 253
L	Prokofiev	Piano	I53 444	253 320
M	"Stéréo"	Jazz	034 424	253 232
N	"Comédiens"	Parole H+F	343 535	245 243
Q	Le Hans...	Chant H.	043 422	353 I32
R	Trompes de Chasse	"bruitage"	053 242	053 440
S	L'apprenti Sorcier	Symph.	033 333	244 324

(dans les tableaux de résultats, les repères de modulations sont affectés d'indices, ce qui évite la confusion avec les différentes définitions de la dynamique).

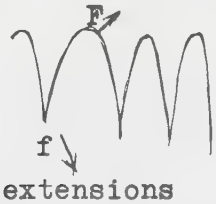
92 - RESULTATS

I°) Observations générales sur les compressions et dilatations spontanées

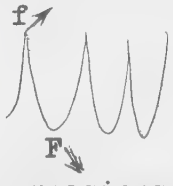
- tendance à la baisse du niveau moyen, d'autant moins que l'opérateur est mieux entraîné. Il s'agit là d'un défaut classique chez les débutants en prise de son. Les sujets n'ont été utilisés pour les es-

sais ultérieurs qu'après avoir éliminé cette erreur, due à une prise de conscience trop lente des problèmes de régulation de la dynamique.

- La compression apparaît d'emblée plus difficile.
- La variation du niveau moyen de réglage, repérée par l'enregistrement du déplacement du potentiomètre présente les allures suivante:



extensions



compressions

Dans le premier cas, les parties courbes correspondent au relèvement des forts, les rebroussements à l'abaissement des faibles. Pour les compressions, c'est le contraire. Dans les deux cas, l'attention seporte beaucoup plus longtemps sur le traitement des "maxima" de la modulation originale; l'attention de l'observateur est attirée davantage par les sons plus intenses. On a mis à profit cette remarque pour le choix des indices dynamiques à tester.

2°) Comparaison du classement auditif (par le sujet) et du classement visuel (par l'expérimentateur)

Le tableau 30 (en haut) présente les résultats obtenus pour plusieurs modulations et plusieurs sujets. Les "notes" auditives étaient classees de maniere que l'ordre correspondant des notes visuelles soit toujours I ...5.

On observe que les coefficients de concordance de Kenndall sont presque toujours superieurs à 0,8. Or dans le cas present on trouve que l'intervalle de confiance de τ à 5% de risque est - 0,65; + 0,65 (136 λ) .

On peut donc conclure: la vue générale du diagramme permet d'interpréter très correctement l'impression subjective, ce qui montre la valeur des enregistrements graphiques, et justifie la tentative d'utiliser ceux-ci pour rechercher des définitions objectives de la dynamique.

3°) Définition de l'indice dynamique.

Les tableaux 30, 31 et 32 présentent une série de comparaisons entre classements objectifs et subjectifs pour différentes modulations, plusieurs sujets, à plusieurs séances.

Tableau 30 :

On a effectué, pour 2 modulations, les classements suivants:

- repère objectif (modulations à contrainte diminuée ou augmentée notée -2, -I, 0, I, 2 par l'expérimentateur).
- classement par deux sujets (B_1, B_2).
- classement par le même sujet à deux reprises (B_I, B'_I).
- classement objectif d'après les indices de contrainte proposés (les deux chiffres de chaque case correspondant aux deux modulations).

Ensuite calcul des coefficients de concordance, d'abord avec l'ordre -2, -I, ...2 établi par l'opérateur, puis entre les classe-

ments effectués par les sujets et les classements par indices de contrainte (bas du tableau 30) : c'est la partie cruciale des résultats.

Nous avons également calculé

$\tau (B_I, B_I') = I$ $\quad$ $\tau (C_2, C_2') = 0,7$

$\tau (C_I, C_I') = 0,2$ $\quad$ $\tau (C_2, C_2'') = 0,5$

$\tau (B_2, B_2') = 0,7$ $\quad$ $\tau (C_2', C_2'') = 0,4$

$\tau (B_2', B_2'') = 0,7$ $\quad$ $\tau (B_I, B_2) = 0,7$

$\tau (B_2, B_2'') = 0,6$ $\quad$ $\tau (C_I, C_2) = 0,3$

Tableaux 3I et 32

Le même travail a été effectué pour les modulations G et H, écoutées par 2 sujets à 3 reprises pour le premier.

Nous avons aussi:

$\tau (H_I, H_I') = 0,7$ $\quad$ $\tau (G_I, G_I') = 0,3$

$\tau (H_I, H_I'') = 0,6$ $\quad$ $\tau (G_I, G_I'') = 0,5$

$\tau (H_I', H_I'') = 0,9$ $\quad$ $\tau (G_I', G_I'') = 0,2$

$\tau (H_I, H_2) = 0,8$ $\quad$ $\tau (G_I, G_2) = 0,5$

De même pour Q et R (bas du tableau 3I, haut du tableau 32), 4 sujets, à deux reprises pour le deuxième

$\tau (Q_I, Q_2) = 0,I$ $\quad$ $\tau (R_I, R_2) = I$ $\quad$ $\tau (Q_2, Q_2') = I$

$\tau (Q_2, Q_3) = 0,2$ $\quad$ $\tau (R_2, R_3) = 0,5$ $\quad$ $\tau (R_2, R_2') = 0,9$

$\tau (Q_3, Q_4) = 0,2$ $\quad$ $\tau (R_3, R_4) = 0,5$

$\tau (Q_I, Q_4) = 0,6$ $\quad$ $\tau (R_I, R_4) = 0,5$

Résultats pour L et M en bas du tableau 32.

De plus:

$\tau (L_I, L_2) = 0,7$ $\quad$ $\tau (M_I, M_2) = 0,5$

$\tau (L_2, L_3) = 0,6$ $\quad$ $\tau (M_2, M_3) = 0,8$

$\tau (L_I, L_3) = 0,7$ $\quad$ $\tau (M_I, M_3) = 0,7$

$\tau (L_3, L_3'') = I$ $\quad$ $\tau (M_3, M_3') = I$

Les coefficients de Kenndall calculés entre sujets ou entre séances différentes montrent que la concordance est dans l'ensemble du même ordre dans les deux cas, mais que pour les modulations particulières, les conclusions peuvent être très différentes, la concordance assez bonne dans certains cas ou mauvaise dans l'autre.

Pour préciser, nous avons effectué les moyennes des τ entre

sujets ou entre séances :

sujets		séances	
MOY $\tau(B_i, B_j)$	= 0,7	MOY $\tau(B, B')$	= 0,8
MOY $\tau(C_i, C_j)$	= 0,3	MOY $\tau(C, C')$	= 0,5
MOY $\tau(H_i, H_j)$	= 0,8	MOY $\tau(H, H')$	= 0,7
MOY $\tau(G_i, G_j)$	= 0,5	MOY $\tau(G, G')$	= 0,3
MOY $\tau(Q_i, Q_j)$	= 0,4	MOY $\tau(Q, Q')$	= I,0
MOY $\tau(R_i, R_j)$	= 0,6	MOY $\tau(R, R')$	= 0,9
MOY $\tau(L_i, L_j)$	= 0,7	MOY $\tau(L, L')$	= I
MOY $\tau(M_i, M_j)$	= 0,7	MOY $\tau(M, M')$	= I
MOY. GENE.	0,6	MOY. GENE.	0,8

Le seuil de signification au risque 5% (très faible pour ce genre d'essais) étant égal à 0,65, on peut dire qu'il y a concordance d'ensemble très nette entre les séances, et concordance très approchée entre différents sujets. La variation des réactions entre sujets est du même ordre (quoiqu'un peu plus grande) que la variation entre observations répétées d'un même sujet. Il existe une assez grande homogénéité globale des réactions devant l'appréciation de la contrainte présentée par les modulations.

Remarque: D'après les résultats présentés au milieu du tableau 30, on voit que le classement en fonction de l'échelle globale (-2,-I ... ..2) définie par l'opérateur concorde d'une manière générale, mieux avec les différentes définitions de l'indice de contrainte que les jugements des sujets. Il semblerait donc qu'il existe une aptitude particulière à l'évaluation de la contrainte, moins répandue chez les sujets cultivés, mais non spécialistes du son.

Nous avons alors calculé, pour toutes les modulations, toutes modalités (séances, sujets) comprises, la moyenne des pour chacune des définitions de l'indice de contrainte A, B .... I. Ceci en considérant d'une part les coefficients de concordance entre:

(jugement des sujets, indices de contrainte)

(jugement opérateur , indices de contrainte)

D'où le tableau suivant, dans lequel chaque case contient en haut le $\bar{\tau}$ (sujet, λ_c), en bas le $\bar{\tau}$ (opérateur, λ_c).

(Voir page suivante)
. . . . . .

Nous pouvons donc conclure:

Toutes les définitions proposées pour mesurer la "dynamique" sont valables; nettement plus significatives pour un opérateur entraîné, elles sont également satisfaisantes (sauf $P_5 - T'_{10}$) pour un observateur profane, mais cultivé et consciencieux.

Les valeurs des différents indices sont du même ordre, l'indice classique $P_M - P'_M$ est, de très peu, le meilleur. Pour caractériser par un seul nombre la dynamique d'une modulation c'est lui que nous adopterons, confirmant ainsi le choix des techniciens, d'où l'abandon de l'expression "indice de contrainte".

MAXIMA	MINIMA	P'_m	$T'_{5\%}$	$T'_{10\%}$
	P_M	0,66 0,86	0,6I 0,82	0,57 0,69
	$P_{5\%}$	0,66 0,80	0,64 0,8I	0,54 0,76
	$T_{5\%}$	0,62 0,88	0,63 0,79	0,64 0,79

.....

Comme nous serons souvent amenés à parler de la dynamique, phénomène sonore évolutif, et pour éviter la confusion avec la "dynamique" ci-dessus définie, nous désignerons le nombre qui la représente par "indice dynamique".

L'indice dynamique est donc, en décibels, la différence entre les niveaux extrémaux. Dans cette étude, il est mesuré électriquement, d'après l'enregistrement graphique dans des conditions données d'inertie du stylet inscripteur, sur la voie monophonique compatible. Désigné par I_D, c'est avec les types artistique, dynamique et spectral, le quatrième paramètre caractérisant les modulations employées.

IO - REPRODUCTIBILITE

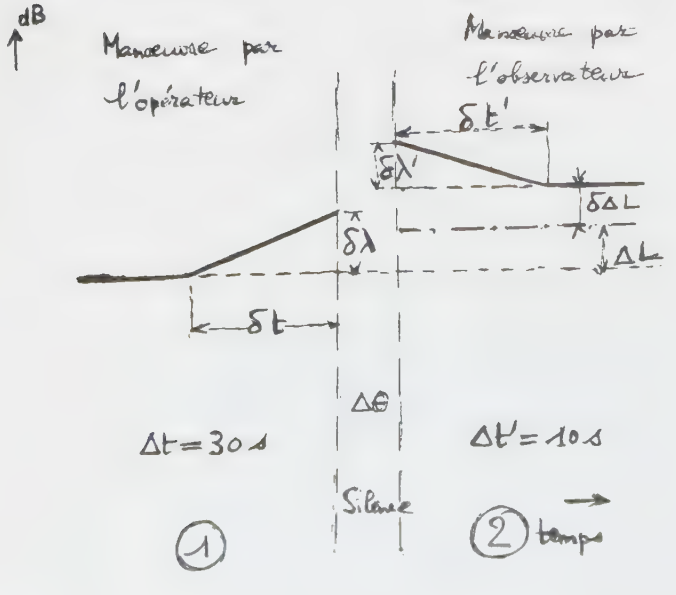
La conduite des essais implique l'élaboration de plans d'expériences se traduisant par une succession de séances de travail, selon un programme bien déterminé. On doit, pour obtenir des résultats aussi objectifs que possible, ne pas faire porter l'étude sur des individus particuliers, et comme l'on ne peut utiliser en même temps un grand nombre de sujets, il est nécessaire de répéter les séances avec des observateurs différents.

Nous devons aussi tenir compte de la variation des réactions psychophysiques d'un même sujet. Celles-ci présentent, dans le temps, des modifications sensibles, imputables à l'apprentissage (114<), ainsi qu'à des dispositions psychologiques différentes selon l'instant de l'observation (271). Sans même faire appel à l'esthétique, on peut simplement noter que les modulations, présentées à fort niveau sonore, tendent à se comporter comme des bruits: les sensations utiles sont de plus en plus perturbées? L'oreille tend à s'adapter et l'attention pallier, par exemple, l'augmentation des temps de reponse (272), mais cette adaptation diffère à chaque séance, et d'ailleurs pour chaque individu.

Il faut donc considérer une variabilité entre les sujets pour un même essai et entre plusieurs realisations d'un même essai par un sujet donné; nous les appellerons respectivement variabilité spatiale et temporelle. La pratique de l'ecoute et des appreciations subjectives montre combien elles sont importantes, la première de manière évidente, la seconde, pour être moins immédiatement perceptible, est cependant très importante, peut-être autant que la précédente, comme les dernières expériences sur la dynamique le laissent prévoir.

Les essais que nous allons exposer se proposent une étude systématique de cette variabilité, donc du caractère plus ou moins reproductible des résultats psychophysiques. On a pour cela utilisé l'un des phénomènes les plus complexes de la régulation du niveau, la réaction d'un observateur devant une transition acoustique entre modulations différentes.

IO - I PRINCIPE DES ESSAIS



Soit un enchaînement, entre deux modulations I et 2, séparées par un silence $\Delta\theta$. En représentant comme d'habitude, en fonction du temps, le réglage de niveau, on obtient le diagramme de principe ci-contre:
le trait ponctué correspond au réglage initial de la transition (la seconde modulation étant corrigée de ΔL)
le trait plein au reglage lorsque l'opérateur affecte la modulation (1) d'une variation supplémentaire de niveau $\delta\lambda$ pendant un temps δt . Alors l'observateur répond en effectuant une correction supplémentaire d'ensemble de $\delta\Delta L$, précédée d'une période transitoire, variation additionnelle de $\delta\lambda'$ suivie d'une décroissance pendant $\delta t'$.

L'étude des $\delta\lambda'$, $\delta\Delta L$, $\delta t'$ en fonction de $\delta\lambda$ et δt et de paramètres plus généraux est celle du raccordement de l'écoute au silence qui sépare les deux modulations. Cette précision des "points d'insertion dans le silence" est un indicateur de la sensibilité avec laquelle l'oreille repond aux transitions acoustiques; c'est l'un des facteurs les plus délicats de la prise de son et comme tel dépendant certainement au maximum tant de l'observateur que de la répétition des séances.

Nous avons mis à profit cette expérience pour étudier l'influence des sujets, des transitions, de la contrainte, du relief, du niveau sonore d'ensemble, de $\delta\lambda$ et de δt.

Soit:

t = 30 secondes, t' = I0 secondes, constants

2 sujets: un étudiant en médecine, I étudiant en lettres et musique, particulièrement attentifs et motivés par cette série d'essais.

2 modulations (hétérogènes):
transitions "A I", "E Q"

Caractéristiques		G	I_D	TD	TS
A	"Arcanna"	Symph.	50dB	253435	I53432
I	"Symphonie Fantastique"	Symph.	30	033434	243242
E	"Joan Sutherland"	Chant F	27	I23223	4532II
Q	"Le Hans de Schnoekeloch	Chant H	55	043424	453I32

2 types de contrainte (symbolisés par -2, +2, soit une extension ou une compression de I0dB environ pour les pointes et les creux)

2 types de relief monophonie, stéréophonie.

4 $\delta\lambda$ $\pm$ 5, $\pm$ I0 dB

3 δt 5, I0, 20 secondes

2 L globaux 60 dB, 80 dB, pondération A

2 répétitions pour l'un des sujets

Les essais étaient exécutés au studio M.

Un plan d'expériences à 8 facteurs n'a pu être réalisé, l'un des sujets n'étant pas disponible un nombre suffisant de séances. Nous avons donc prévu un plan à 7 facteurs interprété par analyse de la variance (273 a), et deux plans à 2 facteurs (modification du sujet, modification de la séance) interprété par le test de Student-Fisher, les variables observées étant $\delta\lambda'$, $\delta\Delta L$ et $\delta t'$.

. . Voir page suivante . . . . .

Les formules utilisées pour l'analyse de la variance ont été établies d'après les indications directrices de l'ouvrage cité [2], en considérant des variables à 7 indices x λI $\lambda 2 \ldots \lambda 7$, les sommes de carrés $S^2_{\lambda I}$. $S^2_{\lambda 7}$, la variance totale Σ^2, la variance résiduelle $S^2 = \Sigma^2 - (S^2_{\lambda_1} + \cdots + S^2_{\lambda_7})$

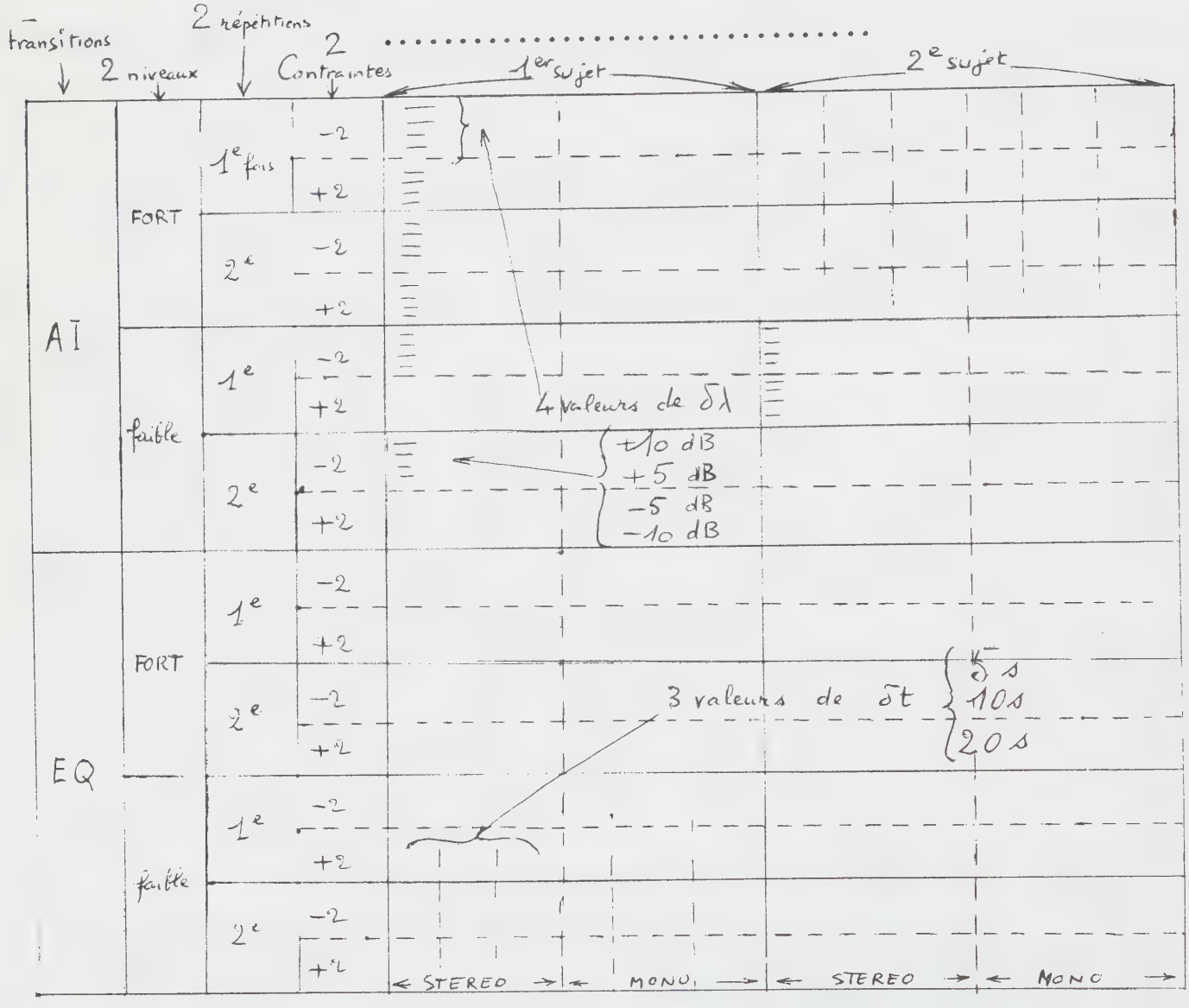
Si a, b ....g designent le nombre de modalités de $\lambda_1, \ldots \lambda_7$, les degrés de liberté respectifs permettant de calculer les variances

partielles sont a - I, ... g - I. On pose :

$$\mathcal{S} = abc...g - I - \left[(a-I) + (b-I) + \ldots + (g-I)\right]$$

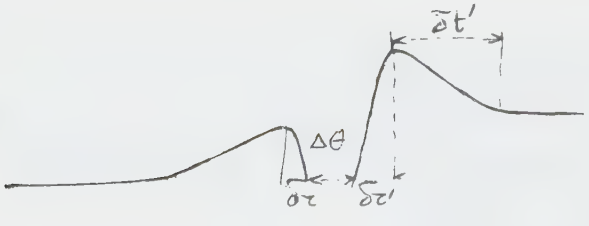
On calcule les rapports de Snedecor =

$$F_I = \frac{S_1^2/a-1}{s^2/\sigma} \quad \ldots \quad F_7 = \frac{S_7^2/g-1}{s^2/\sigma}$$



IO - 2 RESULTATS

Les enregistrements (Bruel et Kjaer) sont très proches des graphiques théoriques. Tout au plus note-t-on, après le silence, un temps de montée $\delta\tau'$, à peu près constant, inférieur à I seconde. Le temps de décroissance $\delta\tau$ se réduit au temps d'extinction psychique du son, évalué à 0,I4s (11c), car la remise à zéro du potentiomètre par l'opérateur se fait pendant le silence.



$\delta t'$ est lui aussi à peu près constant, de l'ordre de 3 secondes, dépendant fort peu des facteurs choisis; aussi, bien que le dépouillement l'ait fait apparaître dans tous les cas, n'avons nous pas appliqué à $\delta t'$ l'analyse statistique.

Par contre les cas de $\delta\lambda'$ et $\delta\Delta L$ ont été complètement traités. Les données sont résumées dans les tableaux 33 et 34.

Nous admettons, hypothèse classique, qu'en raison du grand nombre de paramètres, les valeurs trouvées pour chaque point expérimental pouvaient être extraites d'une même population normale. Autrement dit, en fixant l'un des facteurs, il subsisterait une variable résiduelle gaussienne.

L'analyse de variance fournit les résultats suivants:

$x = \delta\lambda'$

Facteurs	Sommes de carrés	d° de liberté	Carrés Moyens	Rapports de Snédecor	F
Sujets	78	I	78	4,9	S
Enchaînements	34	I	34	2,I	PS
Contrainte	5	I	5	0,3	NS
Relief	2	I	2	0,I	NS
$\delta\lambda$	9 9I4	3	3 305	206	TTS
δt	I8	2	9	0,6	NS
L	73	I	73	4,5	S
Résiduelle	5 88I	373	I6		
	I6 005	383	$F^{0,05}(i, \infty) > 3,8$		

$y = \delta\Delta L$

Facteurs	Sommes de carrés	d° de liberté	Carrés Moyens	Rapports de Snédecor	F
Sujets	I	I	I	0,I	NS
Enchaînements	63	I	63	6,I	S
Contrainte	203	I	203	20,2	TS
Relief	8	I	8	0,8	NS
$\delta\lambda$	229	3	76	7,2	S
δt	I0	2	5	4,8	S
L	22	I	22	2,I	PS
Résiduelle	3 582	373	9,6		
$\sum^2$	4 II8	383			

Tests de Student-Fisher: deux tests ont été réalisés, en considérant soit la première séance (sujet variable), soit le second sujet (séance variable). Nous avons admis que la variable résiduelle était gaussienne.

Soient d_i les n différences entre valeurs appareillées $\bar{d}_i$ leur moyenne, σ leur ecart-type.

On calcule $t = \frac{\bar{d}_i \sqrt{n}}{\sigma}$, valeur que l'on compare, au risque 5%, à $t_{\infty}^{0,05} \simeq 1,96$

	Sujets différents		Séances différentes	
$\delta\lambda'$	I,7	PS	0,6	NS
$\delta\Delta L$	0,6	NS	3,7	S

Interprétation

$\delta\lambda'$ représente en quelque sorte la réaction instantanée du sujet et $\delta\Delta L$ sa réaction à moyen terme. Ces deux variables se comportent différemment eu égard aux sujets, à la contrainte, l'influence de $\bar{\varepsilon}t$ et de $\bar{\varepsilon}\lambda$, comme le montre la différence du caractère significatif. L'influence de la séance pour un même sujet est significative pour la réaction $\delta\Delta L$, mais non celle des sujets; pour une expérience aussi délicate, il semble que l'influence de la "disposition" des sujets soit au moins aussi importante que celle de leur "nature". Cette conclusion est fort probablement exacte pour toute expérience d'écoute demandant beaucoup d'attention et de compréhension, telle que celles de la présente étude.

Par conséquent, on ne s'attardera pas à prévoir des essais collectifs utilisant systématiquement les mêmes sujets; le résultat en serait illusoire. La condition nécessaire sera de s'assurer, pour les essais statistiques, de l'homogénéité globale des couples (sujet,séance) qui peut être rendue fort probable par la multiplication des essais assortie d'un certain nombre de précautions et testée objectivement.

I°/ Resumons ci-après les résultats d'ensemble pour les 8 facteurs.

variables → / facteurs ↓	$\bar{\varepsilon}\lambda'$	$\bar{\varepsilon}\Delta L$
Sujets	P S	N S
Enchaînements	P S	S
Contrainte	N S	T S
Relief	N S	N S
$\bar{\varepsilon}\lambda$	T T S	S
$\bar{\varepsilon}t$	N S	S
L	S	P S
Séance	N S	S

N S non significatif
P S presque significatif
S significatif
T S très significatif
T T S extrêmement significatif.

A noter l'influence nulle du relief sonore, qui paraît assez surprenante; un même sujet ayant participé de nombreuses fois aux essais de réglage et donc acquis une certaine routine, il est fort probable que l'observation s'est tournée surtout vers l'intensité sonore pure plutôt que sur le volume occupé dans l'espace subjectif. Il apparaît certain que le mode de perception évolue avec l'entraînement; des tests utilisant uniquement l'écoute sans demander un réglage manuel seraient plus favorables pour appréhender les qualités d'une modulation sans se limiter

à la force sonore. Nous avons tenu compte de cet enseignement dans les essais statistiques ultérieurs, effectués sur des publics nombreux.

2°/ L'étude détaillée des enregistrements et des valeurs expérimentales met en évidence des résultats particuliers . Il n'apparaît pas de loi nette liant les variables aux types artistiques dynamiques et spectraux des modulations proposées, ni à la contrainte. Les influences remarquées dans certains cas ont un caractère statistique valable sur l'ensemble de l'expérience.

$\delta\lambda'$ croît avec $\delta\lambda$; l'amplitude est variable avec les paramètres, sans loi nette. La variation de $\delta\lambda'$ peut être aussi grande que celle de $\delta\lambda$. $\delta\lambda$ doit donc être le plus petit possible, sous peine de variations importantes pour la réaction rapide de l'auditeur.

$\delta\Delta L$ tend à croître avec $\delta\lambda$, cet effet est variable et peu sensible (2 à 3dB en tout). C'est une réaction d'ensemble relativement faible.

On peut conclure en disant que l'insertion dans le silence de la première séquence doit être précise à beaucoup mieux que 5dB près; on doit exploiter au maximum les possibilités techniques, qui sont théoriquement de $\pm$ I dB, en réalité bien meilleures, comme on l'a vu, si l'on manipule le potentiomètre avec un "toucher de pianiste". Cette finesse correspond en fait à l'échelon de niveau minimal perceptible dans les meilleures conditions (274) .

Un enseignement pratique se dégage: on ne peut corriger une erreur prévisible d'enchaînement (c'est-à-dire annihiler un $\delta\Delta L$ pouvant résulter, par exemple d'une manipulation maladroite) par une précorrection de $\delta\lambda$ appliquée à L. Il pourrait s'ensuivre un $\delta\lambda'$ important, réaction instantanée toujours désagréable bien que la réaction à moyen terme soit rendue négligeable.

II - ESSAIS COMPLEMENTAIRES

En introduction à l'ensemble des essais statistiques sur publics nombreux, nous avons procédé à quelques expériences complémentaires sur le temps d'intégration, l'influence des paramètres temporels pour les enchaînements, ainsi que la perception de la contrainte dynamique. Ces essais avaient pour but de confirmer des résultats déja obtenus dans des conditions différentes, et de fixer d'une manière définitive le plan d'expériences global des essais statistiques.

II - I - TEMPS D'INTEGRATION A MOYEN ET COURT TERME.

Il s'agissait de mettre en évidence les réactions fines d'un opérateur face à un problème de compression ou d'expansion de la dynamique, en étudiant son comportement devant un accroissement ou une diminution brusque du niveau sonore ("bosse" ou "creux"), cette modification s'identifiant à une modification correspondante de la dynamique. Lorsque le temps de réaction ne dépendait plus de la forme exacte de la modification, on pouvait atteindre la valeur du temps d'intégration correspondant.

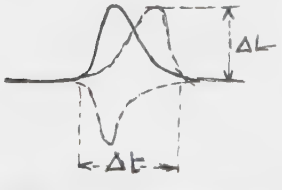
Celui-ci, on l'a dit, dépend beaucoup du phénomène considéré. Ne dépassant pas quelques millisecondes pour la séparation de deux impulsions brèves (275), il est de l'ordre d'une seconde (à court terme), et d'une dizaine de secondes (à moyen terme) pour l'écoute des modulations.

Principe des essais :

Effectués au studio M, le sujet manipulant le potentiomètre, sa réaction étant enregistrée graphiquement.

t. i. à court terme:

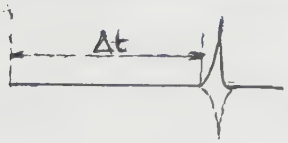
On présente une modulation affectée perturbation positive ou négative d'amplitude ΔL constante, mais de durée Δt et de forme variables. L'observateur doit effectuer une compensation subjective de manière a "effacer" le plus vite possible et le plus esthétiquement possible la perturbation. On note le temps de réaction et lorsque celui-ci devient indépendant de la forme, on admet que le Δt correspondant est le temps d'integration à court terme.



$$\Delta t = 0{,}5 - 1 - 2 - 5 \text{ secondes.}$$

$\Delta L = \pm 8$ dB, valeur retenue après essais préalables sur les modulations réelles, compte tenu de leur dynamique originale, pour que les perturbations soient nettement audibles, restent raisonnables et puissent correspondre à des variations telles qu'on en rencontre dans la prise de son. La durée de 0,2 seconde a été choisie car c'est celle de la persistance des impressions sonores consécutives aux impulsions (276); des perturbations plus courtes, difficiles à réaliser en raison de la résonance des haut-parleurs, et distordant de manière grave les modulations, n'auraient pas entraîné une précision supérieure quant au temps de réaction.

t, i. à moyen terme :



Une modulation est affectée d'une perturbation brève (0,2 s environ, amplitude ± IO dB). Ces valeurs ont été retenues après des essais préliminaires, pour ne pas entraîner d'effet de surprise (277) non justifié par la prise de son. Les sujets devaient marquer, par un faible et bref déplacement du potentiomètre, leur prise de conscience de la perturbation.

Si le temps de réaction est le même pour la "pointe" ou la "crevasse", on admet que le Δt précédant l'accident a donné sa "tonalité" à l'ensemble d'une manière assez solide pour que l'accident soit en quelque sorte négligé ("survolé"). Le temps d'intégration à moyen terme sera donc celui pour lequel ∧ et ∨ ne se distinguent pas.

Plan d'expériences:

Pour chaque modulation testée (échantillons de 30 secondes), on a réalisé le plan suivant:

court terme

Δt = 5, 2, I, 0,5 secondes

forme = 3 "bosses"

3 "creux"

contrainte = 3 types de contrainte repérés par

−2 (extension)

0 (normal)

2 (compression)

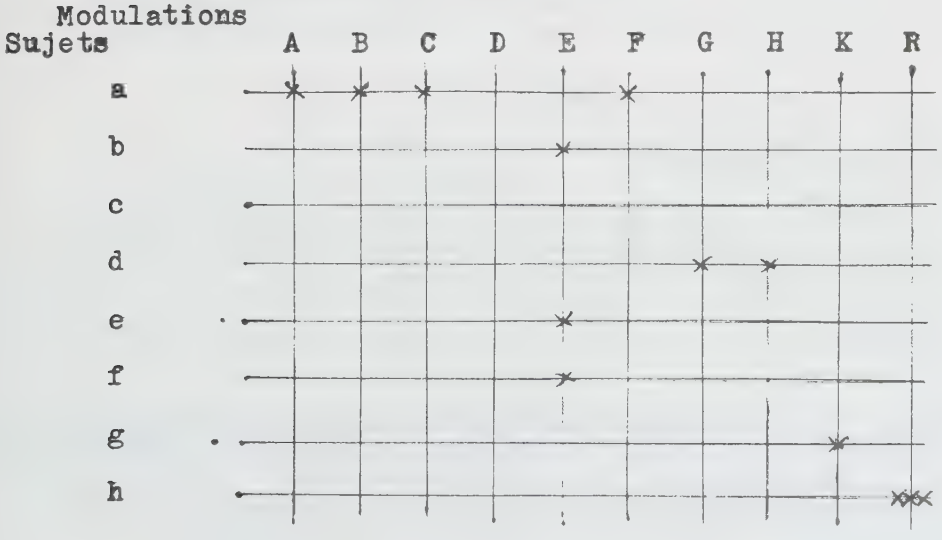
moyen terme

Δt = 30, 20, IO, 5 secondes

forme = pic, crevasse.

contrainte = 3 types de contrainte −2, 0, 2.

On a répété certaines séances avec le même sujet et, corrélativement, utilisé le même sujet pour des séances différentes selon le tableau suivant:



A Arcana (Symph.)
B Quatuor (M. chambre)
C Piraten Blues (Jazz)
D Le refus (parlé)
E Joan Suthd (chant F)
F Speakerine (parole F)
G Cœur Variétés (variétés)
H Renault (bruit)
K Erich Zahn (Musique moderne)
R Trompes de chasse

Résultats:

Les tableaux 35 à 39 résument les résultats obtenus en considérant la moyenne générale(sur 7 points de coordonnées différentes) puis les essais effectués sur le sujet a, le sujet d, le sujet h et la modulation E.

Le dépouillement des enregistrements permet d'apprécier les temps de réaction $\Delta\tau$ à 0,I seconde près. Les valeurs de $\Delta\tau$ portées sur ces tableaux ont été interpretées en tenant compte de cette précision réelle.

On a indiqué, pour chaque cas, l'amplitude de la variation subie par $\Delta\tau$, soit $\delta\Delta\tau$.

Moyenne générale (tableau 35)

- Les temps de réaction à court terme sont souvent nettement plus faibles pour les creux; cela confirme la perception différente d'un intervalle subjectivement en relief, ou en creux (278), le second étant moins "important" et compensé plus rapidement.

- temps de réaction à court terme plus longs si la durée de la perturbation est plus importante, donc si transition. Stabilité d'ensemble (indiquée par $\delta\Delta\tau$) meilleure pour la forte dynamique (contrainte "-2"), et maximale pour Δ t = 2 secondes, ce qui laisse prévoir une durée égale du temps d'intégration à court terme.

A moyen terme, stabilité d'ensemble moins bonne pour la forte dynamique, meilleure pour Δt d'autant plus long que la modulation est plus comprimée, le temps d'intégration à moyen terme serait assez variable, plus long à faible dynamique, comme si, les moyens d'expression étant plus limités, l'esprit devait observer plus longtemps.

Un sujet, 4 modulations (tableau 36)

A court terme : TR plus longs pour Δt plus longs et pour les bosses, stabilité d'ensemble meilleure à forte dynamique pour les bosses, mais non les creux, temps d'intégration compris entre I et 2 secondes.

A moyen terme : stabilité d'ensemble meilleure pour Δt d'autant plus long que la modulation est plus comprimée, moins bonne pour la forte dynamique, sauf pour Δt long.

On confirme donc les résultats précédents.

Un sujet, 2 modulations (tableau 37)

Les deux modulations bien que très différentes (variétés et bruit d'usine) ont donné des résultats suffisamment voisins dans le détail pour que l'on puisse en faire la moyenne.

Conclusions analogues, mais bosses et creux sont moins nettement différenciés.

L'influence de la contrainte est toujours nette, les temps de réaction sont plus faibles à court terme pour la modulation comprimée.

Le temps de réaction est plus stable pour Δt = I à 2 secondes, ou Δt = I0 à 20 secondes.

Un sujet, une modulation, trois séances (tableau 38)

L'examen des 3 jeux de résultats montre des différences relativement faibles, mais dont l'ordre de grandeur est celui de la dispersion des résultats parfois excellente, parfois médiocre, variant du dixième aux deux tiers des valeurs centrales correspondantes

La différence entre creux et bosses s'atténue.

temps d'intégration à court terme : I à 2 secondes,
à moyen terme : 5 à IO secondes.

Une modulation, 3 sujets (tableau 39)

Les 3 jeux de résultats font apparaître une dispersion faible dans l'ensemble, strictement comparable à celle des trois séances différentes pour le même sujet. C'est une observation qui confirme un fait déjà constaté à plusieurs reprises dans des conditions expérimentales très variées.

Les temps d'intégration mis en évidence varient suivant la contrainte 0,5 à 2 secondes ou 5 à 30 secondes, les plus longs pour la forte dynamique, les plus courts pour la modulation normale. Le caractère du morceau choisi "Trompes de Chasse", à très forte amplitude originale supportant facilement une compression et une extension supplémentaires permet de comprendre cette influence plus importante de l'indice dynamique.

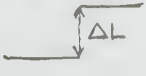
. . . . .

En conclusion, le temps d'intégration valable pour la perception des modulations, problème bien différent de l'écoute d'impulsions de tons purs, peut être estimé de I à 2 secondes (court terme) et de IO à 20 secondes (moyen terme), ces ordres de grandeur étant indicatifs. Le temps d'intégration à très court terme intervenant pour la perception des pointes et dont tient compte le VUmètre est de 0,2 à 0,3 seconde. Quand au temps d'intégration à long terme, il est difficile de l'estimer autrement qu'en faisant des hypothèses hasardeuses sur la perception esthétique; on peut admettre que 2 à 3 minutes suffisent pour avoir une idée d'ensemble du "caractère" d'une oeuvre. Nous retrouvons donc ici, sous l'aspect temporel, les 4 niveaux de perception dont parle Vallancien dans la description du processus intellectuel (112 c).

Les essais qui vont suivre ont pu être réalisés (au studio M) avec cinq sujets, chacun d'eux ayant effectué tout le plan d'expériences, travaillant donc sur les mêmes modulations. Ce nombre relativement réduit est la contre-partie de la qualité des observateurs, l'on peut obtenir des conclusions nettes si une collaboration suffisante s'établit entre l'opérateur et les sujets (11d), situation à laquelle nous avons particulièrement veillé.

II - 2 - TRANSITIONS ACOUSTIQUES : ROLE DU TEMPS ET DE LA CONTRAINTE

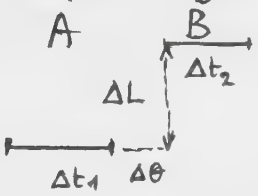
Cet essai avait pour but l'étude du rôle de la durée en liaison avec l'influence de la contrainte dynamique; on pouvait penser qu'en première approximation, la dénivellation ΔL du réglage de la seconde séquence par rapport à la première était surtout lié aux différences de sonie.



Celle-ci dépend pour les sons non stationnaires d'une densité temporelle de sonie N' (279), sur laquelle agit directement la contrainte dynamique.

Principe :

On réalise des enchaînements de deux modulations, A et B, de durée Δt_1 et Δt_2, séparées par un silence $\Delta\theta$. Le sujet devait écouter A, puis corriger B pour atteindre au total un "équilibre esthétique" tel qu'il ne ressente aucun hiatus entre les deux modulations. D'où une correction ΔL.



Les enregistrements graphiques ont montré que la réaction du sujet était stabilisée après trois ou quatre secondes de la deuxième séquence, et le temps Δt_2 a été pris constant égal à 5 secondes.

Le plan expérimental prévoyait deux types de contrainte (-2, 2), de relief (mono, stéréo) 3 valeurs de Δt_1 (5, I0, 20 secondes), deux valeurs de $\Delta\theta$ (3, 8 secondes), deux types de transitions :

			G	ID	ID	TS
I	B	Quatuor	40	242 434	233 222
	L	Piano	45	I53 444	253 320
II	J	Parole H	42	243 435	I53 253
	S	Symphonique	37	033 333	244 324

(*pour la contrainte de référence 0 et la durée 20 secondes)

Niveau sonore d'ensemble 75 dB, pondération "A".

L'un des sujets avait répété l'expérience (soit en tout 6 séances).

Résultats.

Le tableau suivant indique les ΔL moyens obtenus

(Voir page suivante)

. . . . . .

On remarque l'influence très importante de la contrainte pour les deux types d'enchaînements; elle joue dans deux sens différents pour les transitions I, II.

- influence évidente de Δt_1, beaucoup plus nette pour la modulation dilatée, ce qui paraît logique des variations plus importantes de dynamique se produisant plus probablement à durée égale que dans la modulation comprimée.

- l'influence de $\Delta\theta$ apparaît faible; on note pour la modulation I comprimée un léger effet systématique, ΔL décroît quand le silence passe de 3 à 8 secondes.

Contrainte	Δt_1	$\Delta\theta$	STEREO I	STEREO II	MONO I	MONO II
- 2	20	3	6,2	- 8,6	4,0	- 8,2
		8	6,0	- 8,8	4,0	-I0,8
	I0	3	3,0	-I2,6	I,2	- 9,0
		8	3,4	-I0,4	I,4	- 8,8
	5	3	0,6	-I2,0	I,6	- 8,6
		8	2,6	-II.4	0,6	- 9,0
+ 2	20	3	- 6,2	- 3,8	-II,2	- 4,0
		8	- 7,4	- 2,4	-II,4	- I,8
	I0	3	- 8,4	- 3,4	-I2,0	- 2,8
		8	- 9,0	- 2,8	-I2,0	- 3,6
	5	3	- 8,6	- 3,6	- 9,4	- 3,2
		8	- 9,4	- 3,6	-II,8	- 3,0

Un sujet ayant répété l'expérience, nous avons pu comparer l'écart maximum des ΔL correspondants à chaque séance (a) à l'écart maximum des ΔL obtenus pour les 5 sujets (b).

Contrainte	Δt_1	$\Delta\theta$	STEREO I a	STEREO I b	STEREO II a	STEREO II b	MONO I a	MONO I b	MONO II a	MONO II b
- 2	20	3	5	7	2	9	II	5	I0	I7
		8	3	6	2	9	2	4	7	I2
	I0	3	4	5	8	I2	I	8	3	I2
		8	I0	4	5	II	2	5	I	2
	5	3	4	2	8	I0	7	4	2	I2
		8	3	2	7	I2	0	5	4	I2
2	20	3	I	9	3	I0	3	7	7	I4
		8	I	8	I	9	I	6	2	II
	I0	3	0	I0	I	8	I	II	I	8
		8	0	7	3	4	5	8	5	I3
	5	3	I	7	I	6	3	6	I	5
		8	2	6	0	6	0	6	2	6

On voit que la variabilité du sujet choisi est ici en général très inférieure à celle des sujets du groupe principal, ce qui infirme des remarques précédentes. Mais, notons-le, il s'agit d'un essai particulièrement simple pour [illegible] sujet a été choisi à dessein, d'une compétence exceptionnelle. Les chiffres ci-dessus indiq ent donc une variabilité minimale pour un sujet répétitif; elle est malgré tout souvent très importante.

En résumé apparaissent l'influence de la contrainte, encore plus importante que celle des modulations elles-mêmes, de la durée de la première séquence et celle, faible, du silence. Malgré les précautions prises, la dispersion est importante (ordre de grandeur 5dB) et semble devoir être inhérente à la nature du problème. En effet, dans le cas présent, nous nous sommes placés à tous égards dans les conditions optimales (excellents sujets, séances courtes, modulations agréables et bien caractérisées, manipulation très simple). Dès lors il est nécessaire d'employer des moyens différents, d'où la série importante de plans d'expériences statistiques qui a été, tous comptes faits, mise en oeuvre et dont les chapitres suivants préciseront le développement.

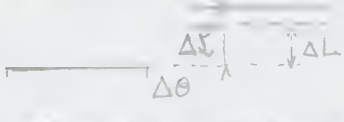
II - 3 - ENCHAINEMENTS : COMPENSATION DE L'IMPERFECTION DE ΔL PAR $\Delta\theta$.

Un enchaînement est en quelque sorte la transition acoustique proprement dite appréciée dans un contexte, celui des deux modulations et du silence. On sait l'importance de la suggestion concernant l'intelligibilité des parties significatives et l'influence d'un silence insérée dans une modulation, phénomènes particulièrement étudiés dans le cas de la parole (280, 281).

Dans le cas des enchaînements entre modulations différentes, le mode de perception de celles-ci, leur attrait esthétique doit jouer un rôle dans la correction de niveau moyen ΔL dont on doit affecter le deuxième pour obtenir précisément cet équilibre esthétique. On peut dire, après A. Moles (111), que l'écoute se résume en équilibres successifs du son liés par une sorte de mémoire, périodes d'ordre séparées par des périodes de désordre qui constituent les transitions. Cette remarque, valable pour une modulation unique, l'est évidemment encore plus pour les transitions qui nous occupent, entre messages différents. Le silence, intervient comme facteur de séparation, mais aussi d'union entre les modulations, donc de manière active. C'est pourquoi l'on peut prévoir une interaction entre la durée du silence $\Delta\theta$ et la dénivellation ΔL: cette conclusion est d'autant plus valable que l'on doit tenir compte de l'oubli progressif de la première modulation au cours du silence, le filtre constitué par la mémoire avantageant de manière permanente le passé le plus récent (Broadbent, 111 e).

Principe de l'essai:

On considère un enchaînement, équilibré à un certain niveau dans des conditions d'écoute données. On applique à la deuxième séquence un $\Delta\mathcal{L}$ nominal, d'où une réaction correspondante de l'observateur qui doit, normalement réaliser une correction progressive atteignant $-\Delta\mathcal{L}$.



L'essai consiste, pour différentes valeurs de ΔL , à étudier les réactions du sujet pour différentes valeurs de $\Delta\theta$. C'est la "compensation des imperfections par le silence".

En pratique, on a réalisé un étalonnage en demandant à l'opéra-

teur de régler le niveau de la 2ème séquence pour que le sujet soit satisfait; puis l'opérateur applique des dénivellations $\Delta\mathcal{L}$ relativement à ce réglage, et note l'amplitude, en dB, de la réaction du sujet.

Essais réalisés au studio M, enregistrement graphique des réactions.

5 sujets, l'un d'entre eux réalisant 2 fois l'expérience.

$\Delta\mathcal{L}$= + 8 dB, - 8 dB

Δt_1= 20 secondes

Δt_2= 5 secondes (la réaction s'affirmant stable en 2 ou 3 secondes)

2 modulations hétérogènes I (P, K) II (P, T)

		G	ID	TD	TS
P	Poèmes St J.Perse	parole H	55	042 525	343 23I
K	Mus. Erich Zahn	Symph.	55	022 223	264 2I2
T	Poèmes St J.Perse	parole F	44	042 452	343 2I3

2 types de contrainte (-2, 2)

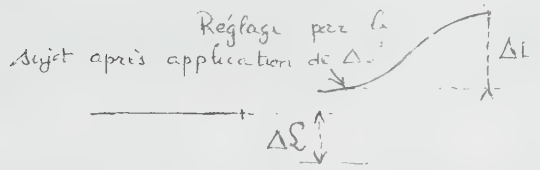
Force sonore moyenne 80 dB (pondération A)

Résultats:

Nous avons comparé les écarts entre séances pour le même sujet et les écarts entre les 5 sujets; les conclusions sont identiques à celles de l'essai précédent, la variabilité entre sujets étant cependant plus importante, surtout pour les Δt courts. Ce dernier fait semble indiquer que le défaut d'enchaînement crée une perturbation à court terme variable selon les individus, qui devient plus homogène lorsque le silence entre séquences s'allonge.

Le temps de réaction transitoire est de 2 à 4 secondes, sans que l'on trouve un minimum pour certaine valeur de $\Delta\theta$; à prévoir si l'on considérait la fin de la première séquence comme un avertissement annonçant un signal constitué par la deuxième séquence (111d). La perception d'une transition entre modulations ne rentre donc pas dans ce modèle simple.

Les tableaux qui vont suivre expriment en décibels la moyenne des corrections finales apportées par les 5 sujets, corrigées pour chacun d'eux de la dénivellation notée pendant l'étalonnage préalable.



MODULATION I

STEREO

Contrainte	$\Delta\mathcal{L}$ \ Δt	2	4	6	8
-2	+8	-9,4	-9,4	-7,8	-8,2
	-8	9,4	9,0	I0,4	8,6
+2	+8	-8,6	-9,4	-9,8	-8,8
	-8	I0,0	9,0	9,2	9,2

MONO

$\Delta\mathcal{L}$ \ Δt	2	4	6	8
+8	-9,6	-I0,4	-7,0	-6,6
-8	I0,2	8,2	8,6	9,0
+8	-9,2	-II,8	-II,4	-I0,4
-8	I0,6	I0,0	I0,6	II,2

MODULATION II

	$\Delta\mathcal{L}$ ↓ $\Delta\theta$ →	2	4	6	8	$\Delta\mathcal{L}$ ↓ $\Delta\theta$ →	2	4	6	8
-2	+8	-8,8	-8,2	-7,6	-7,6	+8	-9,4	-9,4	-I0,4	-9,8
	-8	9,8	I0,2	7,8	8,2	-8	I0,0	I2,4	9,2	9,8
2	+8	-9,2	-I0,2	-8,2	-8,6	+8	-I0,0	-9,2	-8,0	-I0,0
	-8	9,0	9,4	II,0	9,2	-8	9,0	I0,6	I0,8	I0,8

Si l'observateur peut compenser convenablement l'"erreur" $\Delta\mathcal{L}$ imposée (donc si $\Delta L = -\Delta\mathcal{L}$), on peut en déduire qu'il se rend bien compte de l'erreur pour le $\Delta\theta$ correspondant. Si la compensation par le sujet est imparfaite, cela signifie qu'il apprécie moins facilement l'erreur d'enchaînement imposée par l'opérateur, donc qu'il y a "compensation partielle de $\Delta\mathcal{L}$ par une variation de $\Delta\theta$", autrement dit correction d'une défectuosité de l'enchaînement par une modification de la durée du silence.

La conclusion absolument nette est que l'on ne peut compenser un $\Delta\mathcal{L}$ en augmentant $\Delta\theta$; les valeurs trouvées devraient se rapprocher progressivement de -8 ou de +8 (pour $\Delta\mathcal{L}$ = +8 dB ou $\Delta\mathcal{L}$ = -8 dB) et cette tendance ne se manifeste pas dans l'ensemble. Par contre, pour certaines valeurs de $\Delta\theta$, on note une erreur résiduelle minimale, ΔL s'approchant de sa valeur théorique, les silences correspondants entraînent une sensibilité plus grande aux erreurs d'enchaînement.

En stéréophonie, la tolérance aux erreurs d'enchaînement est plutôt moins bonne pour $\Delta\theta$ long, ce qui n'est pas conforme à l'influence favorable d'une fonction d'oubli.

En monophonie, il n'apparaît pas de règle particulière.

Dans le cas I les corrections ΔL sont souvent plus proches des valeurs théoriques, d'où une sensibilité plus grande aux erreurs qui n'apparaît pas pour toutes cases (contrainte, $\Delta\mathcal{L}$, $\Delta\theta$).

Les compensations de niveau ne sont pas meilleures dans l'ensemble à forte ou à faible dynamique.

En résumé, cette expérience met en évidence le caractère complexe de l'influence du silence, qui reste en tout état de cause faible si l'on se limite aux durées rencontrées dans la réalité et qui ne peut s'expliquer dans ce cas par un modèle faisant uniquement appel à la mémoire.

II - 4 VARIATION DE LA CONTRAINTE SUBJECTIVE SELON LE NIVEAU ET LA DUREE.

L'évolution du niveau sonore en fonction du temps donne une impression de plus ou moins grande amplitude qui se traduit, dans les prises de son effectuées en tenant compte des diverses sujétions par une impression variable de contrainte. Cette sensation, liée aux différences maximales de niveau physique ΔL, est en corrélation étroite avec la variable temps, comme l'ont remarqué les spécialistes de l'esthétique musicale (Helga Topel, 283).

L'essai qui va être présenté se propose à partir de modulations de durées différentes et de ΔL identiques, de rechercher si l'on peut

mettre en évidence de manière précise une telle relation.

La sensation de dynamique dépendant de la modulation d'amplitude appliquée aux spectres (283) et ceux-ci agissant de manière différente sur la perception, selon le niveau d'écoute (effet de masque interne.- H. Fletcher 284), nous avons effectué cet essai à niveau fort et niveau faible.

Principe:

Un sujet écoute, dans une ambiance calme, une certaine modulation. On lui demande de noter entre 0 et 20 l'impression d'amplitude sonore donnée par cette modulation, le zéro correspondant à l'uniformité d'un son permanent, même intensité, le 20 au contraste maximal.

Réalisation

Essais réalisés au studio M.

4 modulations Durée 5, I5, et 40 secondes.

ΔL identique pour toutes ces durées dans les séquences choisies.

		G	ID	TD	TS
A	Arcanna	Symph.	50	253 435	I53 432
B	Le Refus	Dramatique	53	054 525	244 242
C	Renault	Bruit	32	032 3I3	332 I55
D	Maîtrise	Chorale	30	223 244	043 335

2 types de contrainte "-2" et "+2". Compte tenu des indices dynamiques précisés ci-dessus pour la contrainte "0", on voit que la dynamique présentée aux sujets varie de 60 dB à 20 dB, dans le premier cas à l'extrême limite des possibilités de l'appareillage.

2 niveaux d'écoute (80 dB et 60 dB pondération A)

5 sujets

2 types de relief : mono et stéréophonie.

Résultats: (Moyenne des 5 sujets).

	Modulations	A		B		C		D	
	Contrainte →	-2	+2	-2	+2	-2	+2	-2	+2
STEREO	5	I0,8	I0,2	I0,6	II,0	8,0	4,8	7,2	5,4
FORT	I0	I2,6	I0,8	II,0	I2,0	I2,4	6,8	9,6	7,8
	I5	I3,8	II,0	I0,4	II,4	8,2	7,6	I4,0	7,8
	5	7,4	5,8	8,8	6,8	4,0	4,0	5,8	6,2
faible	I0	9,4	6,2	8,6	8,8	8,0	4,4	8,2	5,8
	I5	8,4	6,8	7,4	8,6	7,6	5,0	8,8	7,8
MONO	5	I2,0	9,4	9,8	I0,2	7,8	5,0	8,0	5,0
FORT	I0	I4,2	I0,6	I0,2	I0,2	II,0	8,2	I0,6	7,0
	I5	I0,2	I0,6	I0,6	II,0	I2,0	7,4	I4,4	8,6
	5	8,2	7,8	6,4	6,4	5,4	5,2	5,0	6,4
faible	I0	9,4	7,4	6,4	6,2	7,8	6,0	6,4	6,4
	I5	9,0	7,0	7,0	6,0	6,8	5,4	8,4	7,8

On remarque une influence très nette et souvent systématique de la durée Δt, de la contrainte et de l'influence de la durée selon la contrainte. A titre d'exemple, pour la modulation A (STEREO,FORT), ou la modulation D (MONO, FORT), l'amplitude subjective croît avec Δt, mais beaucoup plus dans le cas de la dynamique étendue ("-2"). Sauf rares exceptions, l'amplitude subjective croît toujours lorsqu'on passe de 5 à 40 secondes.

Pas de différence systématique entre mono et stéréo; en particulier, pour les modulations considérées, les amplitudes ne sont pas en moyenne plus fortes en stéréophonie.

Si l'on fixe tous les paramètres, on obtient un résultat unique, placé dans une "case"; nous adopterons cette expression dans la suite Par exemple la case :

(B, stéréo, FORT, -2, I5 s)

La loi qui relie les cases entre elles apparaît lorsqu'on libère le paramètre contrainte (valeurs systématiquement inférieures de l'amplitude pour la contrainte +2), ou le paramètre niveau (amplitude supérieure à niveau fort). La règle est déjà plus floue pour les paramètres "Δt" ou "modulation", les classements n'étant valables que pour un nombre de cases plus restreint.

Ce que l'on peut retenir du présent essai est l'influence évidente de la durée, en liaison étroite et mal définie avec la modulation, la contrainte et l'influence du niveau d'écoute dont l'accroissement augmente l'amplitude subjective. Enfin la nécessité, pour faire apparaître des lois moyennes plus nettes, d'opérer sur un nombre de sujets plus important. Malgré le choix des observateurs, les tests préliminaires et leur bon comportement aux essais antérieurs décrits dans ce chapître, la dispersion des résultats est importante; son ordre de grandeur est celui des différences constatées, ce qui ne permet de conclure que pour les lois systématiques:

passage du niveau faible au niveau fort

passage de la durée courte (5s) à la durée longue (40s).

II - 5 ECHELLE D'AMPLITUDE SUBJECTIVE UTILE - VARIATION AVEC LA DUREE

Ces essais prolongent en quelque sorte les précédents puisqu'ils font appel à une échelle subjective d'amplitude. On fixe cette fois-ci le niveau sonore et l'indice de contrainte et, pour une modulation de durée ΔT on demande au sujet de noter entre 0 et 20 l'amplitude apparente présentée par la variation de la force sonore quand le temps s'écoule. Le terme technique "dynamique" a été systématiquement évité en raison de sa vulgarisation dans les revues techniques d'amateurs. La même question était posée pour chaque moitié de la modulation initiale, puis chaque quart et chaque huitième. 5 modulations avaient été utilisées, modulations et découpages étant brassés au hasard pour éviter tout effet systématique dont le sujet pourrait être conscient. Les extraits étaient choisis pour que les coupures se fassent à des endroits convenables, sans perturbations notables de l'esthétique locale.L'indice dynamique était pratiquement le même pour chacun de ces extraits.

Plan d'expériences:

5 modulations =

		G	ID*	TD	TS
A	Quatuor	Mus. de Chambre	38	242 434	233 222
B	Joan Suth[illegible]	Chant F	27	I23 223	453 2II
C	Prokofiev	Piano	34	I43 434	255 320
D	Etudiants	Dramatique	47	I43 535	243 243
E	L'apprenti sorcier	Symph.	37	023 333	043 324

*(pour Δt = 20 secondes)

T = 40 secondes

L = 75 dB (pondération A)

5 sujets

Monophonie et stéréophonie

Résultats (moyenne des 5 sujets)

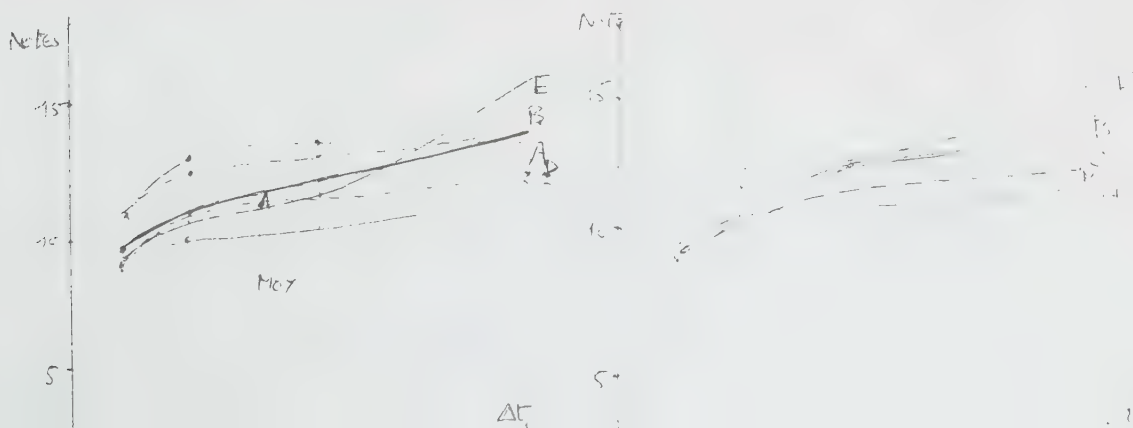
Les nombres expriment l'amplitude subjective. Ils sont placés horizontalement, dans l'ordre des séquences partielles constituant le découpage temporel.

. . . . . .

On remarque une croissance systématique avec la durée, et pour toutes les modulations. Pour une modulation donnée, l'ensemble des nombres obtenus pour chaque tronçon de modulation constitue à peu près un treillis pour la relation a < b dans N; c'est la propriété rigoureuse que présentent aussi les indices dynamiques.

C'est un point commun important entre dynamique physique et dynamique subjective. En raison de la non-répétition des séquences, les sujets devaient répondre très rapidement et donner un chiffre "à bout portant". Il est pratiquement impossible qu'ils aient pu, d'autant qu'on avait exclu dans les explications préliminaires ce mode de réponse, repérer à chaque fois l'amplitude maximale des niveaux et l'appliquer instantanément sur une échelle subjective assez cohérente, pour que les différences résiduelles d'indice dynamique entre les tronçons soient perçues de manière aussi nette. Par conséquent nous admettrons que la propriété précédente caractérise l'influence de la durée sur la dynamique.

On peut alors tracer les graphiques suivants, où la note moyenne de la dernière colonne des tableaux est portée en fonction de la durée des tronçons, la modulation étant prise comme paramètre.



STEREO

									MOY.
	II,2	II,0	9,6	I0,0	I2,8	I2,8	I0,0	I0,2	II,0
A	I3,8		II,8		I2,8		I3,8		I3,0
	I3,0				I3,8				I3,4
	I3,4								I3,4
	8,2	9,2	I0,4	9,8	I0,6	II,0	I2,0	I2,8	I0,6
B	II,4		II,2		I3,0		I3,4		I2,2
	II,4				I3,2				I2,6
	I3,8								I3,8
	8,0	9,4	I0,2	I0,6	9,2	7,0	I0,0	8,6	9,I
C	8,4		I0,4		I0,2		I0,0		9,8
	9,6				I0,4				I0,0
	II,2								II,2
	8,0	8,2	I0,6	9,6	8,0	9,2	8,4	8,2	8,8
D	9,8		I0,8		I2,2		I0,2		I0,8
	I0,8				II,2				II,0
	II,6								II,6
	I0,0	9,4	I0,2	I0,2	9,6	II,2	4,0	7,4	9,0
E	II,8		I2,0		8,8		8,8		I0,4
	I2,2				II,6				II,9
	I6,4								I6,4

MONO

	9,8	8,8	9,6	9,0	9,2	I0,4	I0,6	II,6	9,9
A	II,2		I0,6		I2,4		II,6		II,2
	II,8				II,8				II,8
	I2,8								I2,8
	7,2	9,8	I0,6	II,0	II,0	II,8	I2,4	I2,4	I0,8
B	I0,6		II,4		I2,8		I3,8		I2,I
	I0,8				I3,4				I2,I
	I3,0								I3,0
	8,4	9,0	9,2	9,6	9,6	8,2	8,0	8,4	8,8
C	I0,6		I0,2		9,4		9,4		I0,0
	II,6				I3,2				I2,4
	I2,4								I2,4
	9,0	9,4	8,6	9,4	8,6	8,6	7,4	7,0	8,5
D	9,6		I0,6		I0,4		8,6		9,8
	9,8				II,0				I0,4
	II,2								II,2
	I0,8	I0,8	I0,6	II,2	II,4	3,6	4,6	4,6	8,4
E	II,4		I2,4		8,2		8,4		I0,4
	I3,4				8,8				II,I
	I6,0								I6;0

MOYENNE GENERALE

Les courbes "stéréo" présentent un air de famille plus net que les courbes "mono"; la perception de la dynamique paraît être plus homogène dans le cas d'un relief sonore accentué, mais les valeurs retenues sur l'échelle subjective ne sont pas superieures à celles que l'on obtient avec le relief réduit de la monophonie.

On remarque aussi la bonne cohérence globale des résultats, qui justifie la façon dont le problème a été posé aux observateurs. La rapidité et l'allure satisfaisante de leur réaction vérifiée également sur les résultats individuels rend plausible l'hypothèse d'une perception globale du facteur "amplitude subjective", aspect particulier d'une sorte de gestaltisme temporel déjà évoqué par Broadbent (111 e)

Les expériences décrites dans ce chapître ont, comme on le voit mis l'accent sur certaines propriétés de la dimension "temps" des modulations sonores et c'est un facteur dont nous avons tenu le plus grand compte pour les expériences statistiques proprement dites dont la description fera l'objet des sections suivantes.

I2 - GENERALITES SUR LES ESSAIS STATISTIQUES

Les pages qui précèdent ont justifié de façon progressive l'introduction de différents paramètres et mis en lumière, chemin faisant, les difficultés inhérentes à la nature complexe de la notion de niveau et de l'écoute des modulations. L'utilité d'expériences statistiques apparaît évidente pour tenir compte du nombre considérable de facteurs et de la variabilité mouvante des sujets d'expérience.

Ce point n'a pas échappé à de nombreux auteurs, et l'on retrouve la dualité (285) : grand nombre de sujets différents non entraînés ou peu de sujets répétant chacun de nombreuses fois l'expérience. Nous avons vu que, pour le problème spécifique de l'écoute de modulations ayant un sens esthétique, plusieurs répétitions d'un essai par un même sujet différaient entre elles d'un même ordre de grandeur qu'un même essai effectué par des sujets différents.

Dans la suite de ce travail, nous avons tenu compte de ce fait et, comme il a été dit dans le premier chapître, utilisé une méthode mixte, celle des "sujets glissants" qui nécessite un certain nombre de précautions dans le choix des sujets, la conduite des essais, dont nous parlerons plus loin. Un test statistique permettant de s'assurer de l'homogénéité d'ensemble des réponses a été appliqué pour chacun des groupes d'essais faisant l'objet des chapîtres suivants; nous l'exposerons en détail à ce moment.

Il ne faut d'ailleurs pas confondre, comme l'a fait remarquer Stevens (286), validité et reproductibilité, les réactions concordantes des sujets pouvant être tout simplement le résultat de contraintes implicites, de suggestions, donnant des réponses systématiquement biaisées. La validité d'un essai résulte de sa conception, de sa réalisation et de la rectitude d'esprit permettant une interprétation indépendante de facteurs affectifs, concernant l'expérimentateur, c'est-à-dire "objective". La validité de la courbe exprimant la sonie en fonction du niveau physique, établie avec 5 sujets, puis vérifiée (287) avec II sujets n'a pas été serieusement contestée (par exemple par R.M.Warren (288) qui partait d'une idée préconçue sur l'aspect psychologique des attributs physiques). La valeur d'un essai est fonction des moyens de tous ordres mis en oeuvre en fonction de sa difficulté.

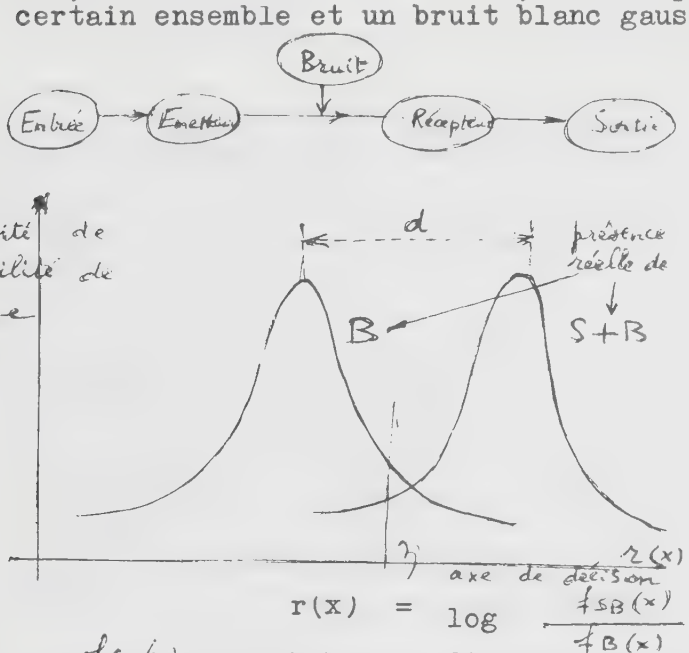
Dans le cas de la présente étude, nous avons conscience, eu égard au grand nombre de paramètres et à l'impossibilité de définir une écoute normalisée, d'avoir utilisé un nombre trop faible de sujets Si nous appelons "point expérimental" l'essai obtenu en fixant tous les paramètres, nous avons pris comme règle, contraints par les sujétions matérielles, d'utiliser deux sujets. Dix observateurs nous auraient paru bien préférables, mais, pour des raisons de géométrie ils n'auraient pas écouté dans les mêmes conditions. Nous avons dû, on l'a vu, renoncer à l'écoute au casque, donnant des sensations manquant de naturel et fournissant un niveau sonore par trop dépendant du couplage entre la cavité tympanique et l'écouteur (289) . Lorsque la salle s'y prêtait, nous avons employé 5 sujets par "point". Remarquons cependant que 2 sujets par point élémentaire conduisent à des essais groupant de 20 à I00 sujets lorsqu'on ne fixe qu'une partie des facteurs, ce qui est satisfaisant.

Structure élémentaire des essais:

Les expériences, incluant l'ensemble des paramètres, se décomposent suivant un plan bien déterminé en essais élémentaires qui con-

sistent soit en l'appréciation d'une différence entre deux stimuli A et B, soit en l'application des perceptions sur une échelle psychologique, comme dans les essais déjà effectues avec un bruit rose. Dans ce dernier cas, il s'agit d'attribuer à une sensation un nombre que l'on doit placer convenablement entre 0 et 20, c'est-à-dire en tenant compte de l'éventail réalisable des perceptions du même ordre. Dans le premier, la differenciation s'opère selon certains critères et le fait qu'elle soit ou non jugée significative tient compte aussi, dans une certaine mesure du champ des perceptions analogues. Il s'agit dans les deux cas d'un choix effectué sur un champ étendu pour l'échelle subjective, sur un champ restreint pour la distinction entre A et B, se traduisant toujours par une réaction unique du sujet. Il est possible d'approfondir cette analogie et d'utiliser un schéma explicatif commun, en faisant appel aux principes de la theorie de la détection.

Cette théorie a d'abord été développée pour étudier la lecture des signaux radar enfouis dans le bruit, mais par des spécialistes qui n'avaient pas en vue les applications possibles à la psychoacoustique (290). Aussi a-t-elle été successivement modifiée et adaptée dans différents cas (291,292,293,294,295) . Dans le problème fondamental, on considère un émetteur, un récepteur, un signal extrait d'un certain ensemble et un bruit blanc gaussien (292,293).



Le détecteur est placé à la sortie; il est en présence, soit de

"Signal + Bruit"

soit de

"Bruit Seul"

Chaque signal peut être associé à un point représentatif(292). L'axe de décision est celui des abscisses; on y porte une variable donnant toute l'information ayant rapport à la détection, en l'espèce la quantité:

$$r(x) = \log \frac{f_{SB}(x)}{f_B(x)}$$

$f_{SB}(x)$ = probabilité d'apparition du point si l'on a S + B (c'est-à-dire d'observer le signal malgré le bruit)

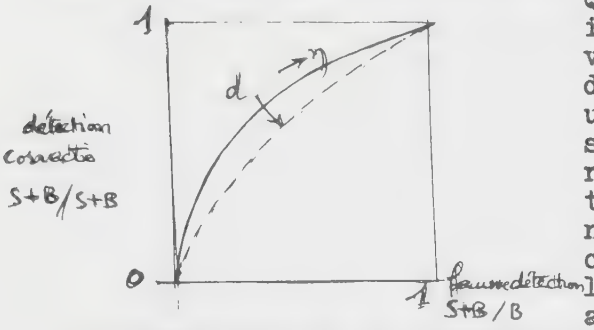
$f_B(x)$ = probabilité d'apparition du point si l'on a B (c'est-à-dire d'observer le signal, à tort, lorsque seul le bruit est transmis)

En ordonnées, on porte la densité de probabilité de réponse et l'on obtient 2 distributions, l'une correspondant à la réponse S si B seul, l'autre à la réponse S si S+B. Ce sont donc des courbes définies subjectivement.Comme en tout état de cause, le bruit est perçu, nous voyons que ces courbes caractérisent la perception de

S + B / B ou de S + B / S + B.

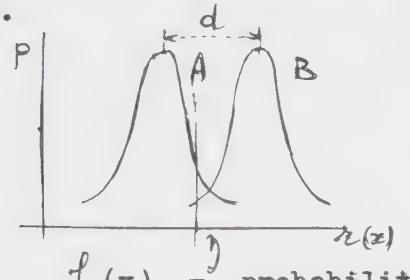
Cette réponse dépend des utilités et probabilités subjectives (149 bis). La détection se produit si $r(x) > \eta$, η désignant un critere relatif à l'observateur placé dans une certaine situation de choix. Quand $r(x) > \eta$, on choisit (292) soit S + B, soit B. La forme des courbes dépend de la motivation du sujet.

La probabilité de détecter S+B/S+B ou S+B/B est représentée par l'aire située à droite de η sous la courbe correspondante (149i). Quel peut être ce critère η ? on peut influer sur le comportement de l'observateur par une récompense ou une amende pécuniaire; en donnant ou prélevant un quantum de monnaie suivant la réponse, on peut, en changeant le taux, faire varier η , d'où la possibilité de tracer la caractéristique de fonctionnement du récepteur ("R.O.C." 292,294); on montre que l'observateur maximise l'espérance mathématique (292). On peut alors tracer un ensemble de courbes caractéristiques de l'observateur en faisant varier d , c'est-à-dire l'écart entre les distributions.



Cette théorie a été étendue au cas où l'observateur doit déterminer si 2 stimuli sont différents ou identiques (294) . On suppose que chacun d'eux est représenté par un point dans un espace euclidien à n dimensions et que, selon que cette distance est supérieure ou inférieure à une certaine limite, les stimuli seront jugés ou non identiques. On peut aussi considérer que l'observateur compare une différence entre deux signaux à la différence nulle.

On peut étendre de manière très générale les principes ci-dessus. Si l'on considère un espace des perceptions liées à certains paramètres physiques, constituant un champ psychophysique, l'observateur pourra se donner pour but de distinguer 2 états : espace d'entrée (émetteur + psychisme au repos + environnement) et espace de sortie (psychisme au travail) (293). La comparaison B ou S+B peut être remplacée par celle de A et B, A et B désignant cette fois deux signaux.



Il apparaît comme ci-dessus un "point" dans l'espace de sortie. Nous aurons aussi un axe de décision où l'on porte

$$r(x) = \log \frac{f_B(x)}{f_A(x)}$$

$f_B(x)$ = probabilité du choix de B si B

$f_A(x)$ = probabilité du choix de B si A

Le schéma précédent a été exploité surtout en fonction d'objectifs précis de détection des signaux acoustiques dans le bruit ou de seuils différentiels. Il constitue un modèle que nous pouvons adapter aux conditions de la présente étude.

La motivation ne paraît pas ici devoir être d'autre nature que celle de la conscience professionnelle, d'où la nécessité du choix correct des sujets effectué après des contacts ou expériences préliminaires, à l'occasion d'essais connexes tels que ceux décrits dans les pages qui précèdent.

A et B pourront représenter deux traitements différents de signaux analogues (cas de la différenciation) ou deux domaines de choix, l'un plausible, l'autre non (cas des échelles subjectives). Il est en effet illusoire de penser que l'observateur va projeter d'emblée la perception sur une échelle de jugement; son expérience préalable, le conduit à limiter deux zones de cette échelle l'une dans laquelle se trouve sûrement le point, l'autre dans laquelle il ne se trouve pas. La définition de ces zones intervient dans le schéma précédent par la graduation de l'axe de décision. Finalement, l'opération "repérage numérique d'une sensation" implique en réalité deux opérations, l'établissement d'une échelle, véritable préparation de la subjectivité re-

levant de la théorie du jugement développée par Thurstone (69, 296), puis un choix rapide relevant de la précédente théorie de la détection.

Quelles sont les incidences pratiques des considérations précédentes assez abstraites? Nous en retiendrons trois:

- la motivation des sujets doit être suffisante et bien adaptée à l'objet de l'expérience pour ne pas introduire de réactions parasites ("biais").

- les conditions de la décision doivent être reproductibles tout au long de la série d'essais, et cela doit s'entendre pour un domaine de définition aussi vaste que possible.

- la distance de différenciation "d" doit être suffisante pour permettre un choix; les séquences modifiées, à discerner, le seront donc de manière assez sensible et les jugements demandés sous forme de "notes" devront être réalisables, étalonnage préalable et choix final inclus.

C'est ce qui nous a conduits aux précautions expérimentales d'ordre général que nous allons exposer.

Conditions concernant les sujets :

Malgré leur diversité, il fallait se réserver toutes les chances de réponses homogènes dans leur ensemble, pour chaque type d'essai. D'où la nécessité d'éviter toute source probable de réponse "biaisée". Nous avons choisi des observateurs, étudiants, particulièrement coopératifs: la difficulté des tests retenus, leur longueur et leur caractère parfois hermétique leur a été longuement expliqués et justifiés. L'importance des explications est en effet primordiale, elle influe sur l'attitude que prennent les observateurs d'une manière qui peut, dans une certaine mesure, se comparer à celle des stimulus eux-mêmes (SS.Stevens, H.Davis 11 e). L'attitude des candidats "sujets" lors de ces exposés nous a paru aussi déterminante que leur comportement en cours d'essais. Tout soupçon de négligence apparaissant dans les réponses s'est traduit par l'élimination de leurs auteurs; on a tenu compte ainsi de certains traits de caractère difficiles à expliciter, qui apparaissaient lors d'entretiens et d'essais préalables. Nous sommes ainsi arrivé à un public comportant une soixantaine de personnes différentes, étudiants cultivés, de formation diverse, mais tous désireux de collaborer efficacement à des essais dont ils ressentaient l'unité systématique de conception.

Nous avons ménagé un nombre important d'interruptions permettant une relaxation suffisante des observateurs, ainsi qu'une vérification de la stabilité des paramètres physiques choisis.

Choix des modulations :

C'est une opération extrêmement importante. Un choix uniquement fait au hasard imposerait au plan d'expériences des dimensions excédant de loin les possibilités du laboratoire où ce travail a pu être exécuté. Nous avons donc effectué un choix guidé,c'est-à-dire sélectionné un certain nombre de modulations et prélevé au hasard un certain nombre d'oeuvres. Mais étant données les conditions imposées, qui seront détaillées au fur et à mesure de la description de chaque groupe d'essais, il a fallu, dans les oeuvres retenues, choisir soigneusement les séquences devant finalement être soumises aux tests.

Donnons une idée de ces conditions générales. Comme l'a fort

bien résumé J.C.Risset (297) la perception de la musique s'effectue au moyen de programmes psychologiques globaux s'articulant en sous-programmes. Si les premiers sont à peu près communs à toute personne cultivée, il est bien certain que les seconds, concernant les centres d'intérêts préférentiels de la présentation sonore, varient selon les observateurs. Choisir des modulations prêtant à controverse systématique était aller au devant d'un émiettement de ces sous-programmes et courir le risque de n'obtenir que des réactions de valeur strictement individuelle. C'est pourquoi nous avons retenu de la musique classique ou moderne, ou des oeuvres parlées (pour lesquelles on peut aussi faire l'analyse précédente) ne heurtant pas trop violemment l'esthétique moyenne d'étudiants cultivés.

Pour les essais de dynamique certaines séquences présentaient un bruit de fond nettement audible, correspondant à des cas rencontrés dans la pratique; mais de toute manière. la qualité sonore, quoique variable, était toujours honorable.

La définition de cette qualité est d'ailleurs délicate; il s'agit non seulement de l'interprétation, de l'absence des défauts techniques traditionnels, mais de caractéristiques imprécises concernant le "grain" du son, attrait auditif particulier qui n'est pas ressenti de la même manière par tous, y compris par les spécialistes. Ces divergences sont probablement imputables à l'influence variable des non-linéarités de l'oreille sur les composantes spectrales. Bien que l'oreille ne perçoive pas la phase dans l'écoute d'un son synthétique, celle-ci est en effet indirectement ressentie en tenant compte de ces non-linéarités (298) . Nous avons dû trier des modulations donnant pour divers observateurs une impression aussi constante que possible de cette qualité sonore intrinsèque.

Le rôle du temps est fondamental en acoustique subjective, on peut même dire, après Winckel (299) que toutes les caractéristiques d'un son peuvent être traduites en données temporelles. Dans le problème de la régulation du niveau, si intimement lié à celui de l'écoute, le temps intervient d'une manière souvent méconnue: l'auditeur est doté d'une échelle subjective de temps, celle qui régit les sous-programmes dont nous parlions et cette échelle varie suivant les personnes. Pour simplifier, tel extrait musical paraît plus ou moins long, lassant même, selon les auditeurs. La formation type preneur de son, si différente de celle des auditeurs, même très qualifiés, peut être à l'origine d'une échelle de temps personnelle particulière. Du moins est-ce une hypothèse qui expliquerait pourquoi dans le couplage opérateur-auditeur réalisé par la diffusion d'une modulation se manifeste souvent un déphasage (300 a) se traduisant en une incompréhension réelle. Quoi qu'il en soit, on s'est efforcé de choisir des modulations telles que tout public cultivé puisse être d'accord sur son découpage interne et l'intérêt relatif des éléments obtenus, ce qui excluait comme ci-dessus les oeuvres d'extrême avant-garde.

La durée des séquences présentees tenait compte des valeurs admissibles pour le temps d'intégration subjectif à court terme (2 à 3 secondes) et à moyen terme (IO à 20 secondes). Nous n'avons pas effectué d'essais couvrant le temps d'intégration à long terme, en raison de l'indétermination d'ordre esthétique que recouvre cette notion et la longueur des essais. Les écoutes d'appréciation de la dynamique évolutive ont fait cependant intervenir des durées de 40 secondes, suffisantes pour être bien informés de tous les caractères de l'oeuvre présentée, et pouvant à la rigueur être incluses dans le domaine des écoutes à long terme.

Enfin l'ensemble des essais déjà réalisés a mis en évidence l'aspect très différent des réponses selon les modulations. Nous avons retenu le maximum possible de modulations en fonction des possibilités de dépouillement, essayant de les grouper judicieusement en types artistiques, dynamiques et spectraux. Cette dernière condition n'a pu

être respectée à la lettre, mais les types G, D, S ont été établis pour tous les matériaux sonores utilisés. Ceci pour réserver la possibilité, qui s'est révélée souvent effective, d'interpréter certains résultats à la lumière des données dynamiques et spectrales.

Salles d'écoute :

L'intérêt de prévoir des ambiances différentes pour des salles d'utilisation variée est reconnu par tous; il serait même utile de prévoir des temps de réverbération réglables mécaniquement (301), en agissant naturellement sur l'absorption des matériaux acoustiques disposés le long des parois, paramètre auquel l'oreille serait directement sensible dans une salle (302). Toutefois il s'agit surtout dans l'esprit de nombreux auteurs de locaux consacrés à la prise de son ou à l'écoute directe, non à l'écoute retransmise par haut-parleurs comme celle de nos essais. L'influence du local est dans ce cas certainement moindre, le temps de réverbération étant toujours supérieur lors de la prise de son; il ne faut cependant pas la négliger: la couleur et les caractéristiques du local d'écoute apparaissent toujours importantes pour l'auditeur, par le biais du rapport son direct/son réverbéré, du délai des réflexions successives, et aussi de la perception visuelle d'un espace plus ou moins restreint. Ceci est à l'origine des véritables "complexes d'écoute", composés de plusieurs salles bien distinctes, qui sont utilisées par certains organismes de radiodiffusion pour effectuer des contrôles de qualité sonore (303).

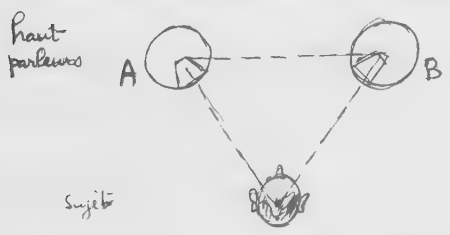
Les essais statistiques ont été réalisés dans 3 locaux très différents, dont les caractéristiques sont données au chapître I :

Studio II4, studio A, salle d'écoute.

Ces locaux étaient à proprement parler des "salles passives", (304) c'est-à-dire sans qu'une sonorisation électro-acoustique modifiant leurs propriétés y soit installée. Cette solution aurait permis de faire varier facilement le temps de réverbération apparent, mais elle est d'une application très délicate, et pour le moment, n'est valable que pour certains types d'écoute (orgue, symphonique très ample). Nous avons délibérément écarté ce procédé, qui ne pouvait être adopté de manière convenable à chacune des modulations retenues.

Emplacement des auditeurs :

Dans ces locaux, les sujets étaient placés à une distance convenable des haut-parleurs, celle qui correspond à l'écoute optimale de la stéréophonie (voir schéma ci-contre). Le haut-parleur de gauche servait pour l'écoute monophonique, d'où une écoute dissymétrique par rapport à la salle, ce qui constituait, dans ce cas, un avantage.



Les auditeurs, au nombre de 2 à 5 pour chaque séance étaient groupés le plus près possible, pas trop pour éviter un effet d'écran et une interaction des comportements préjudiciable aux essais, mais suffisamment pour que l'éloignement des sources sonores influe d'une manière negligeable sur le niveau d'écoute et la couleur sonore perçue. Le niveau d'écoute subjectif dépend non seulement de la distance, paramètre sur lequel Warren a mis un accent particulier (288), mais aussi de l'effet de salle, qui lui dépend effectivement de la position géométrique imposée à la source et à l'observateur. Ces emplacements, optimaux pour une écoute réalisée par des professionnels, ont été soigneusement repérés et maintenus rigoureusement constants, dans chaque salle, tout au long de la série d'essais.

Relief sonore :

Nous avons considéré systématiquement 2 types de relief sonore: monophonique et stéréophonique, le second naturellement beaucoup plus ample; ceci étant justifié par les enseignements tirés au fur et à mesure des essais antérieurs. La structure très différente de l'espace subjectif des perceptions rend plausible l'existence de lois non similaires pour la régulation du niveau sonore, dont une des conséquences est la variation du volume sonore, donc de l'occupation de cet espace. Pour s'en tenir aux mesures physiques de pression, en sons purs, G. Jahn a déja montre (305) que la sonie dans l'ecoute binaurale, ne se déduit pas simplement de l'addition quadratique des pressions sonores. On peut s'attendre à des lois plus complexes dans le cas des modulations.

Pour l'écoute stéréophonique nous avons dû veiller également à la position de la tête des auditeurs qui devait demeurer celle d'une écoute normale; sinon en raison des propriétés directives de l'oreille et du repérage directionnel (306, 307), les sources auraient subi un déplacement apparent, incontrôlable, dans la scène sonore stéréophonique.

Pour l'écoute monophonique les auditeurs pouvaient s'orienter vers le haut-parleur actif, position habituelle d'écoute.

Bande passante :

Les essais réalisés dans les meilleures conditions d'écoute (studio II4, haut-parleurs de grande qualité) l'ont été avec des modulations à large bande, ou à bande réduite. L'effet d'un rétrécissement de la bande passante est particulièrement sensible pour la parole (308) où il s'accompagne de modifications des transitoires d'attaque et de la couleur sonore. La musique est subjectivement moins affectée, l'interprétation pouvant encore être appreciée pour des coupures relativement importantes. Nous avons donc, pour chaque type d'essais, des plans d'expériences secondaires utilisant une bande passante tronquée.

Pour l'élaboration et la réalisation de chacun des essais dont nous allons maintenant parler, on s'est efforcé de respecter les sujétions qui ont été développées, et paraissent inhérentes à la complexité même de l'écoute des modulations.

Les paramètres retenus sont en définitive les suivants:

- nature des modulations
- niveau sonore global
- relief sonore
- qualité des haut-parleurs
- bande passante
- local d'écoute
- degré d'attention des sujets
- qualité de l'ouïe.

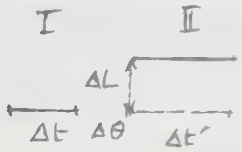
I3 - ENCHAINEMENTS

ROLE DE LA DUREE

Un enchaînement, transition acoustique entre deux modulations, n'est défini que si on se donne celles-ci, et leur durée doit donc à priori être précisée. Nos essais préliminaires ont montré que cette durée présentait probablement une influence sur la correction de niveau ΔL souhaitée par l'auditeur au passage de la transition acoustique. L'actuelle série d'experiences se propose d'appliquer les méthodes statistiques à l'étude de cette action.

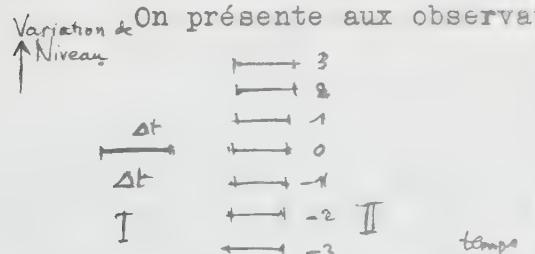
PRINCIPE :

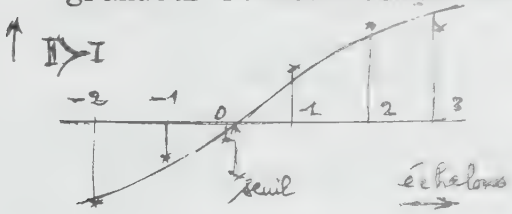
Soient deux séquences I et II, de durées respectives Δt et $\Delta t'$ séparées par un silence $\Delta\theta$. On recherche, à partir d'un réglage de base effectué dans des conditions de référence, quelles sont les corrections ΔL que souhaite un sujet écoutant dans d'autres conditions.



Pour cela, nous avons adopté une méthode inspirée par la méthode des comparaisons par paires et par celle des stimuli constants (309, 39i) ; nous aurions pu utiliser la première, mais elle demande un temps considérable et son application aux problèmes de l'écoute complexe a fait l'objet de certaines critiques (310). La méthode utilisée, adaptée aux essais réalises, est en fait derivée de celle des stimuli constants.

On présente aux observateurs le même enchaînement, la 2e séquence étant affectée de variations de niveau δL, positives ou négatives par rapport au réglage de base. Les auditeurs doivent indiquer la séquence (I ou II) de chaque enchaînement qui leur paraît la plus forte. Si l'on appelle 0, I, -I... les échelons présentés, on peut porter sur un graphique, en abscisses les 7 échelons, en ordonnées une grandeur rendant compte du caractère "II plus fort que I", d'où une série de points, dont l'interpolation fournit une courbe. L'abscisse du point d'ordonnée zéro permet d'estimer quel échelon donnerait la sensation d'équilibre voulu entre I et II.





PLAN D'EXPERIENCES :

En tout 7 échelons de niveau pour II, espacés de 3 dB; cette valeur a été choisie telle que le nombre des essais ne soit pas trop élevé, que les présentations soient d'un échelon à l'autre nettement différentes (un professionnel apprécie facilement un ΔL de 1dB, un auditeur consciencieux perçoit toujours une différence de 3 dB) et que l'ampleur des variations totales de niveau (18 dB) couvre certainement le domaine des différences de réglage selon les conditions d'écoute.

Modulations : 8 types d'enchaînements ont été retenus, composés à partir de séquences

A	B	C	D	musique (fin)
A'	B'	C'	D'	musique (début)
M	N			parole H (début)
M'	N'			parole H (fin)
Y	Z			parole F (début)
Y'	Z'			parole F (fin)

Les caractéristiques dynamiques et spectrales sont indiquées pour chaque modulation retenue, pour chaque durée, dans le tableau 40

Durées : Nous avons prévu 9 combinaisons pour les durées Δt, $\Delta\theta$, $\Delta t'$, à partir des valeurs 2, I0, 20 secondes pour les séquences, I, 3, 5 secondes pour le silence. Un plan factoriel aurait demandé pour chaque modulation et chaque échelon présenté 27 cas élémentaires, ce qui aurait conduit, soit à n'opérer que sur un ou deux enchaînements, soit à supprimer un certain nombre de paramètres. C'est pourquoi nous avons adopté un plan partiel d'expériences en carré latin (149 j)

Δt \ $\Delta\theta$	I	3	8
2	2	I0	20
I0	I0	20	2
20	20	2	I0

$\Delta t'$

Les cases peuvent être codées par des indices à 3 chiffres ou des lettres

a = III (Δt = 2s, $\Delta\theta$ = Is, $\Delta t'$ = 2s)
...
g = 333 (20s, 8s, 20s)

Ce plan partiel a servi pour les enchaînements A A', Y M', B N', M B'. Nous avons, pour les 4 suivantes C C', N Y', D Z', Z D' opté pour des durées constantes Δt = 30s, $\Delta\theta$ = 5s, $\Delta t'$ = I0s, mais avons profité de cet allègement pour répéter deux fois l'ensemble des essais comportant ces dernières modulations; ceci pour estimer le caractère reproductible des essais sur l'ensemble de sujets choisis.

Niveau global : Le niveau global d'écoute était réglé à 5 valeurs différentes :

63, 7I, 79, 87, 95 dB (pondération A)

mesuré avec un sonomètre de précision dans des conditions bien définies pour chaque local (emplacement, hauteur, orientation, bruit rose de repérage).

Haut-parleurs : "qualité", "ordinaire"
type 3 canaux pour le studio II4
(voir figures 4 et 5)

Relief : monophonie, stéréophonie compatible

Attention : soutenue, ou relâchée (par le procédé décrit au chapitre I)

Local : studio "A", Salle d'Ecoute, studio "II4" (en stéréo seulement)

Ouïe : Normale, ou perturbée (au moyen d'obturateurs d'oreille). Ce paramètre, en raison d'une mise en oeuvre et d'un contrôle délicat, n'a été testé que sur nous-mê-

mes, au studio "II4", et pour les 4 derniers enchaînements.

Bande passante : Le plan d'essais au studio II4 a été réalisé avec les modulations intactes ou filtrées. La bande passante (I00-6 000 Hz) a été retenue, bien que ne correspondant pas à la classique "loi des 400 000". Celle-ci avait été établie pour des moyens de reproduction assez anciens, mais la valeur admise à la suite d'essais plus modernes est de 600 à 800 000 (311). C.A. Briggs donne 640 000 (312a), en accord avec notre expérience personnelle.

La coupure des filtres était réalisée à raison de 24 dB/octave; la distorsion de phase était faible à toutes fréquences.

Notons que la bande "complète" (30 - I5 000 Hz), ne correspond pas à la transmission idéale, pour laquelle on devrait exiger au moins 2 fois la bande audible (L. Pimonov 313), mais à la meilleure écoute possible avec les enceintes de haute qualité à 3 canaux installées au studio "II4".

La diminution de bande passante était sensible pour toutes les modulations et tous observateurs consciencieux.

En résumé le plan d'expériences se présentait ainsi, avec des notations évidentes.

Relief	H P	Attention	Bande	Local	Niveaux	
M	Qu	Sou	Com	A	I,2,3,4,5	
S	Or	Rel		Eco		
2 x	2 x	2	x	2	x 5	= 40 séances
S	Qu	Sou	Com	II4	I,2,3,4,5	
			Red			
I x	I x	2 x	2	x I	x 5	= I0 séances

En réalité, certaines séances étaient consacrées aux modulations
A A', Y M', C C', N Y', D Z', Z D'
et d'autres à B N', M B', C C', N Y', D Z', Z D', la répétition n'ayant lieu que pour les 4 derniers enchaînements.

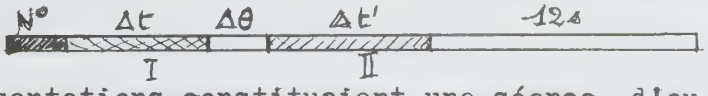
Essais avec ouïe N ou P à partir de la bande complète ou réduite = I0 séances.

Chaque point expérimental (obtenu en fixant tous les paramètres sauf ceux qui définissent les enregistrements) était rempli par 2 sujets (studio A, Ecoute) et par 5 sujets (studio II4).

Cet essai a donc nécessité au total I00 séances de travail et occupé 260 sujets.

REALISATION :

Chaque présentation élémentaire comportait un nombre-repère, l'enchaînement correspondant; elle était suivie d'un intervalle de I2 secondes, valeur suffisante d'après des essais préliminaires pour que les auditeurs puissent répondre sans se presser, même en cas d'indécision due à l'égalité subjective du niveau des séquences (39j).



I54 présentations constituaient une séance, d'ou une durée tota-

le de deux heures environ.

Les feuilles de réponse comportaient, pour chaque enchaînement, deux cases : l'auditeur devait mettre dans la case correspondant à la séquence lui paraissant la plus forte 3, 2, ou I croix selon que cette impression était incontestable, nette, assez nette. Les jugements douteux avaient été éliminés d'avance en demandant aux sujets de s'efforcer de répondre positivement. Dans les expériences de ce type, on peut à volonté prévoir des cases pour l'indécision, mais ceci n'est pas sans inconvénients, car l'interprétation de ces réponses est sujette à discussions (Guilford 39 i). De plus, il est bien certain que cette liberté laissée au sujet entraîne et amplifie l'indécision. La méthode des choix forcés peut, tout au plus, imposer le choix au hasard de l'une des cases, ce qui doit apparaître dans le dépouillement, mais ne concerne que les cas "objectivement douteux".

Les enchaînements apparaissent au hasard, d'où une correspondance (obtenue par une grille de codage) entre les nombres de I à I54 et la fiche d'identité de ces enchaînements. Le tirage aléatoire avait été réalisé selon les principes statistiques, à partir d'une table de nombres au hasard (à tout nombre caractéristique on faisait correspondre une abscisse et une ordonnée de la grille choisies au moyen de cette table).

Pour assurer la constance des paramètres physiques d'un bout a l'autre des essais, toutes les séquences ont été enregistrées; un choix minutieux du découpage exact a été fait compte tenu des Δt imposés, du caractère artistique des oeuvres, des enchaînements à constituer, de la comptabilité, et en diversifiant le mieux possible les types G, D, S. Le zéro des échelles de niveau (2e séquence), par rapport auquel ont été effectuées les corrections $\pm$ 3, $\pm$ 6, $\pm$ 9 dB correspondait au réglage initial, effectué dans les conditions d'écoute de la cabine technique.

Cette opération, longue et délicate, a été l'occasion d'observations importantes concernant les propriétés "globales" du niveau sonore.

Il a fallu repérer un niveau d'écoute de référence, et pour cela, utiliser un sonomètre de précision, avec la pondération "A" et l'inertie 0,5seconde ; de même le choix des niveaux globaux d'écoute, espacés de 8 en 8 dB, impliquait la comparaison systématique des différences de niveaux acoustiques mesurées au sonomètre et des différences de niveaux électriques repérés au potentiomètre du pupitre technique. Cet essai qui a dû être fait sur des modulations très variées nous a conduit à la conclusion que, entre 60 et 90 dB acoustiques, il y a identité à I dB près entre les dénivellations électriques et acoustiques, avec la pondération "A" et ceci pour toutes les salles utilisées. C'est une règle que nous avions déjà perçue dans les expériences précédentes, au studio "M"; elle est à rapprocher de la bonne concordance entre les échelles de sonie et les dB (A) remarquée lors de l'étude des bruits complexes (314, 315). Cela confère à l'échelle "A" des propriétés remarquables.

Par conséquent, nous avons repéré les différences de niveaux acoustiques au moyen des potentiomètres électriques utilisés couramment pour la prise de son.

2/ La comparaison de la force sonore en monophonie et stéréophonie, qui ne consiste pas simplement en une addition des puissances acoustiques (316) a montré une différence moyenne de 4 décibels légèrement variable avec les modulations. Pour que le niveau global en mono ou en stéréo puisse être réglé à partir d'une séquence initiale de bruit rose, on a dû réaliser un équilibrage moyen, et choisir en conséquence le matériau sonore.

3/ Le choix des niveaux d'écoute imposés aux sujets s'est montré également délicat; il importait que la 2e séquence des enchaînements ne soit, malgré tout ni trop forte, ni trop faible; les valeurs retenues s'échelonnent de 63 à 95 dB, cette dernière conduisant à des niveaux de crête très intenses, mais supportables comme l'a montré le déroulement des essais. On a également tenu compte du caractère esthétique des modulations.

Déroulement des essais

Les sujets, sélectionnés d'après les principes exposés antérieurement, étaient soigneusement informés de l'organisation des expériences. Ils recevaient des feuilles de réponse portant, imprimées les explications nécessaires, qui étaient commentées oralement. Les sources d'erreur possibles et prévisibles étaient signalées. On réalisait ainsi un conditionnement aussi uniforme que possible des observateurs.

Des instructions étaient données concernant particulièrement la position de la tête qui devait être orientée dans l'axe du ou des haut-parleurs; toute inclinaison se traduisant, en raison de l'effet d'écran de la tête et de l'atténuation entre oreilles (317) par des perturbations profondes de la scène sonore.

Chaque séance était divisée en 4 parties, séparées par des repos importants; l'ordre de ces parties variait à chaque séance pour éliminer l'effet de fatigue.

Nous avons dû prendre une précaution supplémentaire : en raison de certains niveaux élevés, on pouvait s'attendre à observer un des effets classiques des bruits intenses (11), l'augmentation du temps de réaction, d'où indécision par oubli de la première séquence, fatigue variable selon les sujets. Le comportement de ceux-ci était observé tout au long des essais, l'aspect des feuilles de réponse donnait aussi une indication. On a dû ainsi éliminer quelques sujets.

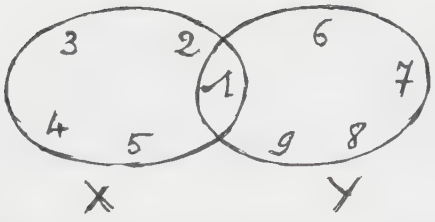
D'une manière générale, nous avons été surpris par l'ardeur et la conscience avec laquelle étaient réalisées les observations, gage d'une bonne fiabilité.

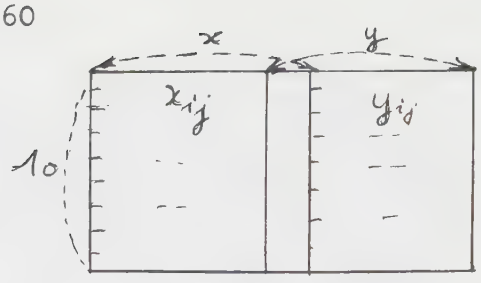
Homogénéité des réponses

Pour les raisons que l'on a vues, et toute autre méthode, hors celle de l'émiettement indéfini des essais portant sur des publics considérables, s'avérant illusoire, nous avons adopté celle des "sujets glissants". Cela revient à considérer comme observateurs équivalents soit plusieurs sujets assistant à la même séance, soit le même sujet participant à des séances différentes.

On devait s'assurer, au fur et à mesure de l'avancement du plan d'expériences, que cette hypothèse pouvait raisonnablement être admise Il fallait donc concevoir un test progressif, pouvant être mis en oeuvre immédiatement après chaque séance et ne demandant pas un appel à l'ordinateur, indisponible dans ces conditions.

Nous avons prélevé au hasard, dans le stock de feuilles de réponses, neuf de ces feuilles. En ajoutant la feuille à tester, on pouvait réaliser les ensembles X, Y, prélevés sur l'ensemble global (sujets X paramètres). Nous avons admis que si X et Y étaient homogènes statistiquement, l'introduction de la feuille "I" dans le lot des réponses valables n'apportait pas de perturbation. On tirait ensuite au hasard IO présentations élémentaires d'où deux tableaux à IO lignes et 5 colonnes comportant des nombres x_{ij} et y_{ij} .

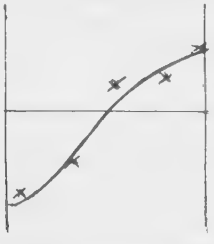




Nous avons calculé la moyenne des x_{ij} et y_{ij} pour chaque ligne; les différences d_i et appliqué le test classique de Student-Fisher (149 e). La feuille supplémentaire était rejetée lorsque l'hypothèse d'homogénéité n'était pas justifiée.

Cela s'est en fait produit rarement; les t de Student étaient le plus souvent inférieurs à I.

Remarquons que le test ci-dessus n'est qu'une simple précaution concernant la valeur des essais en permettant d'éliminer les réponses aberrantes ayant passé au crible de l'observation critique en cours de séance. La véritable condition de validité réside dans la conduite elle-même des essais et leur surveillance étroite, faits dans le souci de considérer les couples (séance, sujet) comme des unités équivalentes. Quant au critère de validité, on doit le rechercher dans la cohérence des réponses apparaissant au dépouillement; tout particulièrement par la facilité d'interpolation des points dessinant la courbe sigmoïde mentionnée au début du chapitre. Chacun d'eux correspond en effet à un couple (séance, sujet) différent.



Ce critère a été vérifié de manière extrêmement remarquable dans la plupart des cas.

Un test progressif analogue a été mis en place pour toutes les séries d'expériences statistiques ultérieures.

DEPOUILLEMENT.

Chacune des présentations élémentaires correspondait à deux cases (exemple ci-contre).

108 | | × ×

Chaque feuille de réponse (comprenant I54 cases doubles) était repérée par une en-tête, permettant de coder les paramètres correspondants.

MONO	QUALITE	SOUTENUE	COMPLETE	St II4	NORMALE
STEREO	ORDINAIRE	RELACHEE	REDUITE	St A	PERTURBEE
				ECOUTE	

NIVEAUX = I - 2 - 3 - 4 - 5

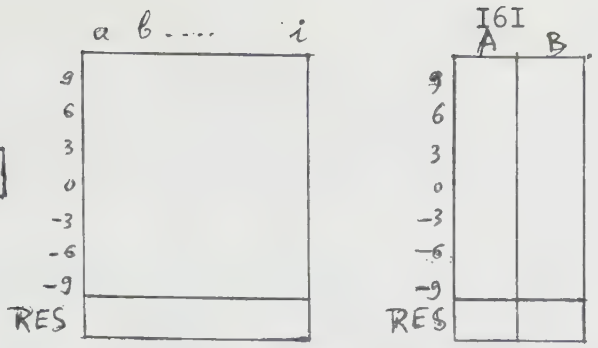
On a pris les feuilles de réponse afférant à une même en-tête et procédé comme suit :

Pour chaque case : somme algébrique du nombre de croix (la case de droite étant comptée positivement), puis moyenne ramenée uniformément à IO sujets.

Donc établissement d'une feuille de réponse par en-tête, avec valeurs numériques de -30 à +30 (indices de déséquilibre).

Décodage sur feuilles spéciales (avec en-tête) comportant 4 tableaux à 8 lignes et 9 colonnes (pour les transitions A A', B N', Y M',

AA'

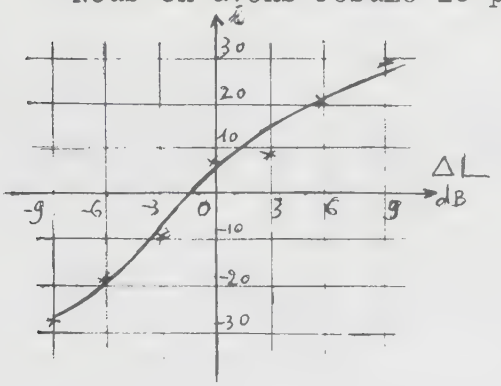


M B') et 4 tableaux à 8 lignes et 2 colonnes.

Les 7 premières lignes correspondaient aux dénivellations ΔL, inscrites en dB, les colonnes aux 9 cases du carré latin des durées pour les 4 premiers tableaux, à la répétition des deux séances A et B pour les autres. Dans la dernière ligne, on inscrivait dans tous les cas le résultat de l'interpolation; cette ligne comportait donc les valeurs numériques utiles retenues comme résultats élémentaires.

Réalisation des interpolations :

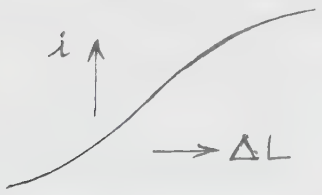
Nous en avons résumé le principe, qui fut appliqué en utilisant la feuille d'interpolation ci-contre : en abscisses les dénivellations ΔL de -9 à +9 dB, en ordonnées les nombres i de -30 à +30 déjà obtenus. Si ces nombres sont positifs, la deuxième séquence est perçue plus forte que la première, moins forte s'ils sont négatifs.



Dans chaque cas, nous obtenons 9 points; l'interpolation par une courbe fait apparaître un point d'ordonnée nulle, dont l'abscisse x représente la dénivellation donnant l'impression d'égalité subjective du niveau des deux séquences.

La forme de la courbe d'interpolation est très importante; sa connaissance permet d'opérer plus sûrement lorsque les points ne sont pas alignés de manière évidente. Dans ces derniers cas, relativement nombreux, on trouvait une courbe du troisième degré, dite "sigmoïde", classique en psychométrie (Traité de Guilford 39).

On peut expliquer facilement cet aspect; la méthode suivie revient à porter en ordonnées une variable d'intensité subjective, celle du hiatus de niveau sonore. Pour les grandes valeurs de ΔL, il y a saturation progressive de la perception, d'où aplatissement de la courbe.



La signification de l'abscisse peut être discutée; elle est évidente pour un seul sujet et il s'agit bien de l'égalité subjective de force sonore. Dans le cas de publics glissants, moyennant la rigueur des hypothèses d'homogénéité, la même interprétation paraît logique et d'autant plus que la courbe psychométrique revêtira la forme classique, ce que l'on a vérifié dans la plupart des cas.

L'interpolation devant être faite par un polynôme du 3e degré, nous avons renoncé à la méthode des moindres carrés, d'ailleurs sévèrement critiquée lorsque les fluctuations d'ordonnées ne sont pas dépendantes de causes suffisamment nombreuses pour être gaussiennes (318) ce qui était fort douteux pour les dépouillements élémentaires.
Le lissage "à la main" peut, s'il est effectué par un opérateur expérimenté donner de très bons résultats (319) , l'arbitraire du tracé étant alors du même ordre que celui inclus dans le choix des paramètres d'une méthode mathématique (320).

Nous avons donc nous-mêmes interpolé à vue tous les points expérimentaux, bien que le nombre de courbes à lisser fût de plusieurs centaines.

Le dépouillement se poursuivant, il fallait faire apparaître des groupements de paramètres. Nous avons pu obtenir alors le concours d'un ordinateur IBM 360, effectuer pour chaque groupement les moyennes des i (variant de -30 à +30), puis interpolé comme ci-dessus

La facilité d'interpolation était presque aussi grande pour la plus grande partie des résultats "individuels" que pour les moyennes et, dans ce dernier cas, tout à fait comparable quel que soit le nombre de sujets interessés par le groupement de paramètres. Cette remarque était une bonne indication concernant l'homogénéité des sujets glissants, déjà très satisfaisante pour des sous-ensembles du plan d'expérience global. L'interpolation par un lissage mathematique aurait été théoriquement justifiée pour les moyennes sur un grand nombre d'individus, mais le lissage à vue étant parfaitement évident, nous avons conservé le processus habituel.

On aurait pu interpoler d'abord les résultats individuels, puis faire les moyennes des x obtenus; il est patent que la précision des courbes aurait été moindre, donc celle des x. On a donc préféré faire d'abord les moyennes (MOY) puis l'interpolation (INT). Il s'agit d'une décision importante car MOY o INT $\neq$ INT o MOY (comme on s'en est assuré), et l'on a retenu seulement la méthode ayant la plus nette signification.

Nous avons réduit le nombre des cas et caractérise les sous-ensembles par un "domaine" λ et un "paramètre utile" μ.

	Domaine λ	Paramètre utile μ
α	A Eco	M, Qu, Sou. S, Ord. Rel. I, 2, 3, 4, 5
β	(II4, Com)	I, 2, 3, 4, 5,
γ	(II4, Red)	I, 2, 3, 4, 5,
δ	A + Eco, M, Q, Sou, Com)	I, 2, 3, 4, 5,
ε	A + Eco, S, Qu, Sou, Com)	I, 2, 3, 4, 5,
	MOY. GENE.	tous les cas

Les notations étaient les suivantes

A	"studio A"	M	monophonie
Eco	salle d'écoute	S	stéréophonie
II4	studio II4	Sou	attention soutenue
Qu	haut-parleurs de qualité	Rel	attention relâchée
Or	haut-parleurs ordinaires	Com	bande passante complète
		Red	bande passante réduite

Par exemple, on a fait la moyenne des données dans le cas A M., c'est-à-dire de toutes les réponses "mono" pour le studio A, etc...

Ce programme permettait un nombre de comparaisons raisonnable pour étudier l'influence des paramètres.

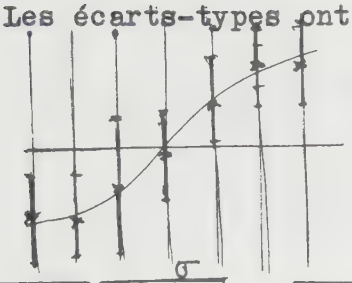
Comparaison de A et de Eco, étude de tous les facteurs

Influence des salles ($\alpha, \beta,$ - I, 2, 3, 4, 5,)

Influence de la bande ($\beta, \gamma,$ I, 2, 3, 4, 5,)

Influence stéréo-mono dans le cas d'une écoute excellente, salles A et Eco

Les écarts-types ont été calculés dans tous les cas, ils sont souvent importants et varient entre 7 et I2, mais l'alignement des points donnant par interpolation la courbe de régression est malgré tout souvent excellent



La répartition des dispersions est la suivante (en %).

σ	
0 - 5	2
5 - 6	5
6 - 7	6
7 - 8	II
8 - 9	I2
9 - 0	I3
I0 - II	8

σ	
II - I2	I2
I2 - I3	I2
I3 - I4	II
I4 - I5	6
I5 - I6	0,4
I6 - I7	0,2
I7 - 20	0

Malgré ces valeurs élevées (qui sont du même ordre quel que soit le nombre des sujets du sous-ensemble) la méthode d'interpolation reste valable en raison d'une tendance centrale extrêmement logique sur une courbe psychométrique. La dispersion provient de points erratiques pour chaque loi liée par ΔL, mais si l'on considère l'ensemble de tels points correspondant à un même sujet, ils s'alignent souvent (ce fait a été vérifié) sur une courbe convenable. La courbe de régression interpolée sur les moyennes est en fait une "moyenne" de courbes psychométriques, et la probabilité d'écart de la courbe vraie par rapport à l'interpolée est très faible, car chaque écart à ΔL fixé dépend des 8 autres; la précision doit ici se juger dans le plan, sous l'aspect d'une concordance de forme.

Par contre nous avons rejeté (au niveau des dépouillements élémentaires) les données telles que la tendance centrale vers une courbe soit douteuse, bien que la caractéristique de dispersion soit bonne; cette situation étant l'indice d'une non-homogénéité.

Les valeurs ainsi obtenues à partir des moyennes ont été groupées de manière logique pour faciliter les comparaisons dans un certain nombre de tableaux.

Puis on a procédé aux calculs complémentaires (sur ordinateur IBM II30) pour étudier l'influence de la durée, de la répétition, de la salle, du relief, des haut-parleurs et de l'attention.

Enfin l'influence de l'ouïe ayant été testée sur un seul sujet a fait l'objet d'un dépouillement particulier, en dehors du plan d'expériences principal.

ETUDE DES MOYENNES

Les tableaux 4I à 44 résument les données numériques. On fait apparaître pour les transitions AA', BN', YM' et MB', dans chaque cas de découpage temporel (a, b, c,.....i correspondant aux cases du carré latin), et pour les essais redoublés aux séances A et B (transitions CC', NY', DZ', ZD') les moyennes obtenues pour différents sous-ensembles de paramètres.

Ceci afin de mettre en évidence l'influence d'un certain nombre de facteurs :

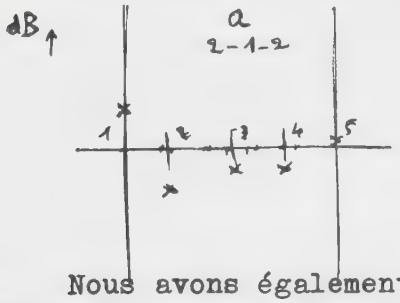
Local (St A, Eco), M-S, Qu-Or, Sou-Rel (tabl.4I)

Local (St A, Eco), niveaux I,2,3,4,5 (tabl.42)

Bande passante (II4 Com, II4 Rel), niveaux I,2,3,4,5 (tabl.43)

Relief (M-S pour l'ensemble de St A et Eco, écoute de qualité, attention soutenue) niveaux I,2,3,4,5 (tabl.44)

Les tableaux 45, 46, 47, représentent graphiquement les tableaux 42, 43, 44. Le carré latin a, b, ...i, est développé horizontalement, on indique pour chaque lettre la suite des Δt - $\Delta\theta$ - $\Delta t'$.



Pour chaque lettre a, ... i sont indiqués les niveaux I,2,3,4,5 et l'on a porté le ΔL correspondant selon les paramètres mis en évidence.

Nous avons également calculé la moyenne générale pour tous les cas.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A A'	-2,I	-2,4	-0,8	0,8	0,4	3,4	2,0	3,9	2,6
B N"	-I0,5	-I2,5	-I5,0	-7,3	-9,5	-5,5	-5,I	-4,8	-6,6
Y M"	-II,2	-I0,2	-9,I	-7,5	-5,4	-7,3	-7,2	-6,4	-7,0
M B'	6,8	0,4	-0,5	3,5	3,3	9,3	5,0	8,8	2,3

Pour les 4 autres transitions, nous avons, comme d'ailleurs dans les tableaux précités porté le résultat pour les séances A et B, leur différence (ECART) et la valeur trouvée par interpolation sur la moyenne de A et B (MOY).

	A	B	ECART	MOY
C C'	-0,9	-2,2	-I,2	-2,0
N Y'	2,6	3,0	0,4	2,8
D Z"	-I,9	-I,9	0	-I,9
Z D'	-3,5	-4,6	-I,I	-3,9

L'interprétation des tableaux pourrait donner lieu à une multitude d'observations de détail, pratiquement indéfinie. Cette analyse a été effectuée en allant aussi loin qu'il était possible, mais il paraît difficile d'en présenter ici plus que les grandes lignes. Pour alléger la rédaction et rendre l'exposé suffisamment clair, il sera souvent fait usage d'abréviations évidentes :

M, S, Qu, Or, Sou, Rel, Com, Red, A, Eco, II4 déjà cités

ΔL dénivellation de la 2e séquence par rapport à la première, dans des conditions différentes de l'écoute "étalon".

infl. influence

séq. séquence

M < S, etc.. ΔL en mono inférieur au ΔL en stéréo etc...

m, pH, pF musique, parole masculine, parole féminine

sign. significatif

G, TD, TS genre artistique, type dynamique, type spectral

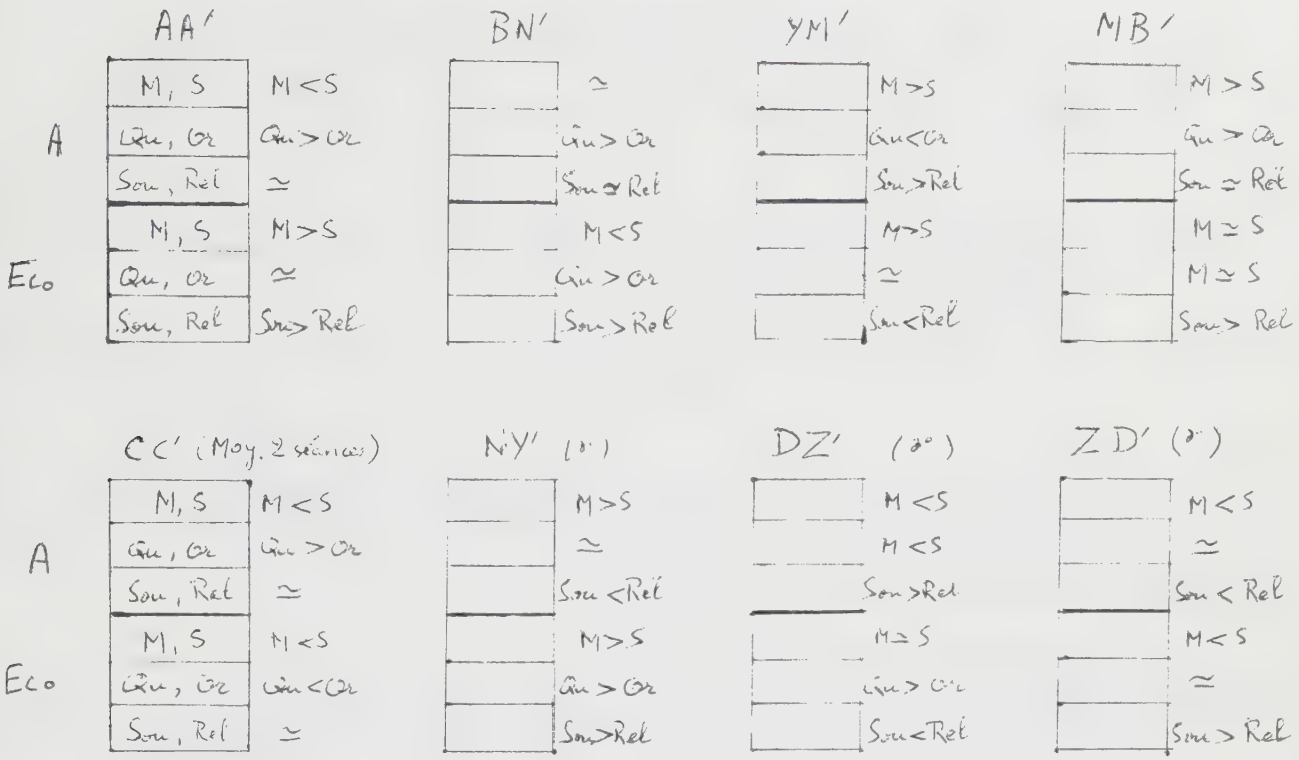
$\nearrow \searrow \neq \equiv \simeq$ croît, décroît, différent, identique, équivalent.

conc. concordance

div. divergence

Etude des paramètres autres que le niveau (tabl.4I) :

A titre d'exemple, nous allons résumer un type d'analyse faite sur le tableau 4I; indiquons ci-dessous l'influence apparente des facteurs en comparant les lignes de ce tableau :



On remarque d'emblée que les relations dépendent du local d'écoute et que cette dépendance elle-même est sous l'influence des modulations. Selon celles-ci l'effet peut se situer dans un sens ou dans l'autre, être significatif ou non (on s'est aidé pour cela du test "des + et des - ").

Pour étudier l'influence des modulations, précisons certaines de leurs caractéristiques (tableau 40).

A A'	: deux "musiques" assez stationnaires	T D et T S analogues
B N'	: musique douce stationnaire	et parole H T D et T S très ≠
Y M'	parole H - parole F	T D et T S ≃
M B'	p H - m	T D, T S très ≠
C C'	m - m	T D ≠ , T S ≃
N Y'	p H - p F	T D, T S ≃
D Z'	m - p F	T D ≠ , T S peu ≠
Z D'	p F - m	T D et T S différents

Le tableau 40 indique en outre la distance conventionnelle entre T D ou T S de chaque séquence, somme des valeurs absolues des différences de chiffres homologues.

Signalons d'autres remarques générales :

I) la comparaison M S est toujours sign., sauf pour B B'. La difference ne paraît donc pas due au T D ou au T S.

2) la comparaison Qu-Or pour m-m n'est pas sign. pour N Y' Même conclusion sur l'influence de T D et T S

3) la comparaison Sou-Rel est surtout sgn pour les enchaînements de parole et beaucoup moins pour les enchaînements musicaux, ce qui laisse prévoir l'influence de l'intelligibilité.

4) Si l'on compare Y M' et N Y' qui sont les enchaînements pF - pH et pH - pF réalisés à partir de séquences extraites de la même oeuvre, les différences apparaissent la plupart du temps opposées, dans une mesure qui dépend d'ailleurs de A ou de Eco. Il existerait donc une certaine "polarisation" de l'enchaînement que l'on pourrait concevoir comme un transfert evolutif de sensations et non seulement comme une comparaison de niveaux.
L'influence de l'ordre des présentations ("time order effect") qui apparaît dans toute expérience de psychophysique (par exemple [illegible]) pourrait s'interpréter de cette manière; l'auditeur chercherait à percevoir de manière synthetique les deux sequences et réagirait par un signal d'erreur en cas de non-concordance.

5) Enfin, sauf cas particulires de découpages temporels, on doit noter, en particulier sur le tableau des moyennes générales, la faiblesse des différences mises en evidence (quelques décibels); elles sont cependant facilement perceptibles pour des auditeurs avertis.

Influence du niveau (tabl. 42 à 48)

L'influence du niveau global d'écoute est évidente, souvent importante (5 à IO dB) d'autres fois peu (I à 2 dB), selon la case du carré latin, la salle et la modulation. La représentation adoptée pour les tableaux 45, 46, 47 est la source de quelques remarques:

I) On doit insister sur la faiblesse relative de la variation des ΔL observés en fonction de L, qui confirme les résultats des essais individuels déjà réalisés.

2) Caractère "montant" de l'ensemble des points, suivant le développement linéaire du carré latin, donc influence systématique du triplet (Δt, [illegible], $\Delta t'$). La variation de ΔL peut atteindre 5 à IOdB. Cette croissance tend à cesser pour les trois derniers cas (g, h, i,) comme Δt et $\Delta t'$ varient, il semble que la tendance notée doive être imputée à la variation de Δt de 2 à IO s . Pour les Δt courts, le sujet n'aurait pas le temps de bien assimiler la première séquence, et la seconde ne nécessiterait pas un ΔL aussi important pour s'affirmer par rapport à la première.

3) Les enchaînements mp et pm ne se distinguent pas particulièrement des enchaînements mm ou pp. La pente moyenne des graphiques représentés dans les tabl. 45, 46, 47 est du même ordre.

4) Les ΔL suivent en fonction de L, pour chaque variable "latine" (a, b...) des lois très voisines pour A, Eco (tabl.45), moins nettes pour M, S (tabl.47) et surtout pour Com, Red (tabl.46). Dans un certain nombre de cas, on rencontre une corrélation remarquable ($\leq$ 0,5 dB) entre les valeurs comparées (exemple A A' a, Y M' i pl 45...). Cette identité est difficilement explicable autrement que par une absence d'influence des paramètres en jeu, et ne peut être l'effet du hasard. D'où une nouvelle confirmation du caractère homogène des sujets glissants, qui est également très probable lorsqu'on ne relève pas une telle identité, les mêmes conditions expérimentales étant réunies.

5) Pour chacune des cases du carré latin, les 3 points centraux

sont souvent relativement alignés, mais divergence importante pour L faible et L fort, due sans doute à une dispersion indice d'une difficulté plus grande de jugement aux niveaux extrêmes.

Nous avons évalué pour chaque case la pente de cette droite centrale (rapportée à la variation totale de L pour les 3 points soit I6 dB), et l'amplitude totale de la variation de ΔL pour les 5 points. Ceci pour les combinaisons de paramètres des tableaux 45 à 47. D'où le tableau 48 , où sont indiqués, dans l'ordre l'amplitude et la pente.

Les ordres de grandeur sont très variables (resp. 2 à 23 dB, 0 à 8 dB). L'influence des salles apparaît peu nette, celle du relief assez nette; celle de la bande passante est importante.

Ces conclusions dépendent des transitions acoustiques considérées. c'est-à-dire des modulations.

Influence des modulations (tabl.48)

A A' (symph.-orgue) TD et TS analogues et pourtant forte différence Com-Red. L'esthétique interviendrait donc beaucoup dans ce cas.

B N' (m - pH) TD et TS très $\neq$, très forte différence MS lorsque la Ie séquence est courte (2s), le TD et le TS interviendrait beaucoup pour cette comparaison MS.

Y M' (pF - pH) Même oeuvre, TD très $\neq$, TS $\neq$ forte différence MS, très nette influence de la salle, influence faible de la bande passante, celle-ci étant (cf. AA') en liaison avec le caractère esthétique.

M B' (pH - m) TD $\neq$, TS assez semblable faible influence de la salle, forte influence de la bande passante.

Une étude analogue faite pour les 4 dernières transitions ne permet pas de mettre en évidence un effet systématique des TD ou TS.

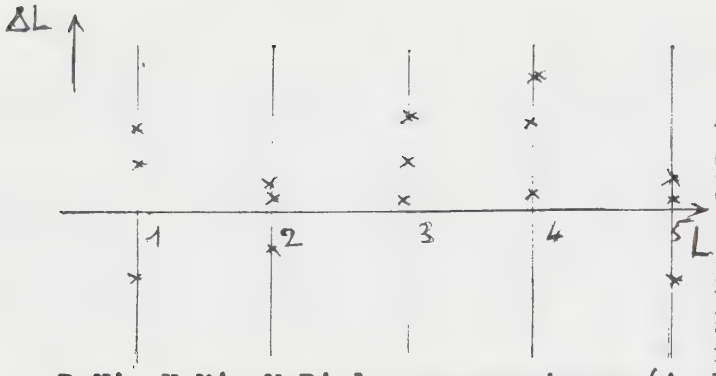
Influence de la répétition (tabl. 4I à 47)

Les enchaînements CC', NY', DZ', ZD', ont été consacrés à cette question. Le dépouillement montre, pour les séances et les sous-ensembles de paramètres correspondants des courbes sigmoïdes très voisines dès que la moyenne est réalisée sur plus de I0 sujets "glissants". Les ΔL obtenus sont très proches : voir tabl. 4I à 44 pour les écarts, tabl. 45 à 47 pour la représentation graphique en fonction de L. Cette dernière montre dans certains cas une reproductibilité à I dB près (AA', tab. 45 -47) qui ne peut être due au hasard.

Cette bonne concordance est un nouveau critère d'homogénéité des sujets glissants.

Groupement des cases du carré latin (tableaux 49, 50,5I)

Nous avons alors effectué une nouvelle représentation graphique des résultats numériques pour les 4 premières transitions acoustiques :



en abscisses les niveaux globaux d'écoute représ. de I à 5 (le dernier étant le plus élevé),

en ordonnées les valeurs de ΔL pour toutes les valeurs de la variable "latine" (soit 9 points à L constant). Les tableaux font apparaître, pour A A', B N', Y M', M B' les comparaisons (A, Eco), (Com, Red) et (M, S).

La même opération a été effectuée sur les moyennes générales (croquis reporté en bas du tableau 55 pour mise en page); on note un groupement intéressant des points pour les transitions m - m, p - p, m - p, mais non pour p - m, ce qui fait apparaître une dissymétrie des enchaînements musique-parole et parole-musique. On remarque aussi les différences importantes de réglage imputables, en moyenne, au découpage temporel, et atteignant I0 dB.

On a tracé les droites de régression des nuages de points obtenus (39 k). Les pentes de ces droites sont indiquées ci-dessous :

	A A'	B N'	Y M'	M B'
A	0,69	0,I9	-I,03	-0,50
Eco	0,3I	-0,69	-0,69	-0,I5
Com	-0,23	0,20	0,02	-I,2I
Red	-I,90	0,0I	I,42	0,63
M	I,30	I,3I	-I,62	-0,03
S	0,II	I,4I	-0,63	-0,03

On peut dire que le réglage de l'enchaînement varie toujours beaucoup lorsque la Ière séquence est constituée par de la parole, quant à l'effet de la bande passante et du relief, mais non des salles. Les droites se différencient très nettement pour la comparaison des salles (tabl.49), sauf pour m-p . Différence très nette pour la bande passante (tabl.50), sauf pour m-p , assez nette pour le relief (tabl.5I).

Notons d'une part de 0 à 5 la discordance des pentes et de $\bar{\Delta}L$ (pour L = 3) pour les droites de régression d'une part, puis de 0 à I0 celle des types G, D, S entre les deux séquences de chaque transition, d'autre part :

	A - Eco		Com - Red		M - S		G	D	S
A A'	I	0	3	2	2	2	2	4	4
B N'	I	3	2	I	I	I	8	8	8
Y M'	I	0	3	2	2	3	2	8	6
M B'	2	I	4	3	0	4	8	8	6

Ajoutant les deux nombres des trois premières colonnes, on obtient alors un tableau à 6 colonnes de nombres compris entre

0 et IO dont on calcule les coefficients de corrélation (136 i).
D'où la tableau suivant :

	G	D	S
(A Eco	0,9	0,8	0,8
(Com Red	0,I	0,I	0,5
(M S	0,6	0,4	0,7

Ces résultats n'ont qu'une valeur indicative, en raison de l'imprécision relative et du caractère subjectif des échelles adoptées. On note l'importance très différente de G, D, S suivant le type de comparaison

infl. salles (A Eco)
infl. Bande (Com. Red)
infl. relief (M. S)

Les spectres ont une influence nette dans tous les cas; la comparaison A - Eco est la plus significative et dans ce cas, les types artistiques, dynamiques et spectraux influent à peu près de la même manière sur la séparation du paramètre "A" et du paramètre "Eco". Cette influence comparable de G, D, S a déjà été notée dans des expériences antérieures.

CALCULS COMPLEMENTAIRES

Il s'agit du véritable dépouillement statistique, dont nous allons exposer le principe. Les calculs ont été effectués à l'aide d'une calculatrice IBM I130.

Influence de Δt, $\Delta\theta$, $\Delta t'$

On a d'abord considéré les 4 premiers enchaînements A A', B N', Y M', et M B'. Ceux-ci étant désignés par ν , on travaille sur les moyennes effectuées pour les ensembles (λ, μ), c'est-à-dire à "domaine" et "paramètre utile" fixés. D'où différents cas plus élémentaires, où ν varie de I à 4.

Principe : Pour chaque λ , μ , ν , on a les résultats (x_{ijk}) :

$$\begin{pmatrix} x_{III} & x_{I22} & x_{I33} \\ x_{2I2} & x_{223} & x_{23I} \\ x_{3I3} & x_{32I} & x_{332} \end{pmatrix}$$

(carré latin Δt, $\Delta\theta$, $\Delta t'$)

On calcule (149 g) :

$$U = 3 \sum_{i} (x_{i..} - \bar{x})^2$$

$$V = 3 \sum_{j} (x_{.j.} - \bar{x})^2$$

$$W = 3 \sum_{k} (x_{..k} - \bar{x})^2$$

$$S = 3 \sum_{ijk} (x_{ijk} - \bar{x})^2$$

$\bar{x}$ désignant la moyenne des 9 valeurs de x . On ne considère que les combinaisons de i j k effectivement réalisées (9 au lieu de 27)

Puis on calcule :

$\Delta = S - U - V - W$ $\qquad \frac{U}{\Delta}$ $\quad \frac{V}{\Delta}$ $\quad \frac{W}{\Delta}$

(en fait $\frac{U / (3-I)}{\Delta / (3-I)(3-2)}$ en tenant compte des degrés de liberté).

Les 3 dernières quantités sont les rapports de Snedecor, soit $F_{\Delta t}$, $F_{\Delta \theta}$, $F_{\Delta t'}$.

On compare la valeur de F obtenue à $(F_2^2)_p$; le résultat est significatif si $F > (F_2^2)_p$, au risque p %. Cela signifie, selon la méthode des tests d'hypothèse, que si l'hypothèse d'une influence statistique de la variable considérée était réalisée, la relation $F > F_p$ ne serait vraie qu'avec la probabilité p %. p étant inférieur à I, il est préférable en ce cas de rejeter l'hypothèse.

$(F_2^2)_5 = 19,0$ $\qquad (F_2^2)_{2,5} = 39,0$ $\qquad (F_2^2)_I = 99,0$

Nous avons adopté les abréviations suivantes :

S	risque 0,05
TS	risque 0,025
TTS	risque 0,01
PS	(presque significatif, risque peu > à 0,05)

Ces calculs n'ont un sens, comme toute analyse de variance que si les sous-ensembles considérés sont issus d'une population parente gaussienne. Nous avons admis ce point, car dans chaque sous-ensemble interviennent plusieurs des facteurs contrôlés et de plus un grand nombre de circonstances aléatoires dues au caractère même de l'écoute. On sait que dans ce cas, (théorème central limite 187) moyennant des hypothèses vérifiées en pratique, le comportement de la variable étudiée sur laquelle agissent tous ces facteurs tend vers une loi normale.

C'est dans ces conditions que nous avons obtenu les tableaux 52 et 53, pour lesquels nous allons résumer les principales observations. Comme pour les tableaux précédents une analyse plus détaillée des résultats a été faite, mais la présentation qui suit ne peut qu'en donner les grandes lignes.

Observations sur les résultats :

Il s'agit en fait d'une influence de certains paramètres sur l'influence du découpage temporel.

Certaines valeurs sont extrêmement significatives, par exemple "qualité ordinaire sur Δt, dans la salle A", mais pas toujours pour toutes les modulations (niveau 3, Eco, Δt)

tabl. 52 | A A' | - grande proportion de "non significatifs"
- comportement différent des salles, de Qu-Or, Com-Red, M S.
- quand le résultat est sgn, Δt l'est plus que

$\Delta t'$. $\Delta\theta$ l'est rarement.
- le caractère sgn est un peu plus net à niveau élevé.

B N'
- beaucoup de non-sgn
- diff. très sensible A-Eco, Com-Red, ainsi que pour M S
- Δt beaucoup plus sgn que $\Delta t'$, $\Delta\theta$ est très rarement sgn, à très fort niveau (5)

tabl. 53 — Y M'
- grande proportion de non-sgn
- diff. très sensible A - Eco, Com-Red, M-S
- Influence très grande de la qualité des haut-parleurs
- Plus sgn à niveau fort.
- Δt plus sgn que $\Delta t'$

M B'
- conclusions générales analogues aux précédentes, mais les cas où l'on peut conclure sgn sont beaucoup plus nombreux et extrêmement nets. En stéréophonie, l'importance de Δt est plus grande qu'en monophonie. Influence très grande et évidente du niveau sonore.

Résumé : Dans le plus nombre de cas, l'infl. n'est pas sgn, mais elle peut l'être de manière extrême pour des sous-ensembles particuliers qui dépendent des enchaînements.

Le niveau sonore influe le plus souvent nettement, comme le local d'écoute, la bande passante, le degré du relief.

Pour étudier l'influence des TD et des TS rappelons le tableau des discordances. On peut en conclure à la non influence spécifique de ces facteurs isolément; par exemple le tableau de M B' (tabl.53) est très sgn, celui de B N' l'est peu, et pourtant les différences dynamiques et spectrales entre séquences sont très grandes. Mais ce sont des enchaînements mp et pm, d'où influence probable de l'ordre des types artistiques (G) que nous retrouvons.

	D	S
A A'	4	4
B N'	8	8
Y M'	8	6
M B'	8	6

Les types G, D, S paraissent d'ores et déjà constituer des facteurs objectivement bien séparés, mais subjectivement fondus en ce que l'on pourrait appeler le "caractère esthétique" d'une modulation.

Influence de la répétition

Considérons maintenant les 4 derniers enchaînements ($\nu = 5, 6, 7, 8$) et procédons aux opérations suivantes :

- reprendre les premières feuilles de résultats numériques (réponses individuelles pour chaque point expérimental élémentaire), ceci pour les premières séances "A" et les deuxièmes séances "B".

	L	A	B
CC'	+9 +6 +3 0 -3 -6 -9	a_k	b_k

Soient a_k et b_k les valeurs numériques homologues

- pour chaque modulation et certains jeux de paramètres (λ , μ) mettre à la suite respectivement tous les a_k et les b_k .
- éprouver l'hypothèse d'égalité des moyennes en appliquant le test de Student-Fisher donc en calculant :

$$t = \frac{\overline{d_k}\sqrt{n}}{s} \qquad (d_k = a_k - b_k)$$

Le grand nombre de circonstances aléatoires qui influent sur les résultats du domaine (λ , μ) justifie cette opération.

Le cas du "studio II4" a été isolé, en raison de la rigueur plus grande des expériences, la surveillance constante des sujets étant particulièrement efficace; 5 sujets participant à chaque point expérimental, les suites a_k et b_k présentaient un nombre important d'éléments.

Le tableau 54 représente les résultats, par modulation, le studio A et la salle d'écoute étant groupés. Ceux du studio II4 seront donnés ci-dessous :

STUDIO II4 — Niveaux — t 5% ≃ I,96

Com	1		2		3		4		5	
CC'	-2,8I	S	0,00		0,45		-0,04		-0,I5	
NY'	-I,68	PS	-2,30	S	-2,62	S	-I,87	PS	-0,25	
DZ'	2,II	S	-0,I3		I,29		2,I7	S	0,88	
ZD'	0,I8		-0,I3		-0,I6		-I,88		-3,26	TS
Red										
CC'	-0,97		-0,I2		-I,09		-I,2I		I,67	PS
NY'	I,25		3,42	TS	I,42		-3,I7	TS	0,53	
DZ'	-0,95		-I,42		-I,46		2,0I		I,7I	PS
ZD'	-2,08		0,52		-0,4I		-0,37		0,39	

Observations : Le test n'est positif que dans I cas sur 5 pour le studio II4 et I cas sur I0 environ pour les salles A + Eco. Cela confirme la bonne homogénéité de l'ensemble de l'expérience, d'autant comme on l'a dit, que les courbes psychométriques homologues ayant servi d'intermédiaire au dépouillement sont extrêmement semblables.

Les cas où les moyennes diffèrent de manière significative représentent probablement des réactions d'écoute particulière. Celles-ci correspondent à divers ensembles de paramètres $(\alpha, \beta, ..)_A$, $(\alpha, \beta ...)_B$ qui influent différemment sur le comportement des sujets lors des deux séances. Mais cette différence d'influence ne paraît pas liée de manière apparente aux valeurs de ces paramètres.

On peut considérer que le tableau 54 est formé de cases affec-

tées chacune à un jeu de paramètres. Bien que géométriquement adjacentes, elles ne le sont pas si on les caractérise par des points dans l'ensemble des parametres, qui constitue un espace euclidien E. On imagine une partition de E suivant le niveau L, ou la modulation, ou la salle, réalisée par une cloison plus ou moins "étanche" qui permet d'affecter des poids très différents aux valeurs du paramètre la définissant : par exemple, on penserait à priori que les écoutes d'une même modulation à plusieurs niveaux diffèrent moins entre elles que de l'écoute d'une nouvelle modulation.

Si l'on prend comme critère permettant de repérer l'étanchéité le caractère répétitif des essais, on peut résumer les résultats en disant que chaque case présente des cloisons plus ou moins étanches, mais que l'ensemble de celles-ci, pour une efficacité donnée est beaucoup plus complexe que les partitions géométriques obtenues en fixant certains paramètres et s'apparente à une mosaïque.

L'examen des types G, D, S renforce cette conclusion.
Si l'on établit pour les 4 transitions CC' un tableau des discordances estimées, notées sur IO, on obtient :

		G	D	S
(m - m)	C C'	2	8	I
(p - p)	N Y'	I	4	3
(m - p)	D Z'	8	8	5
(p - m)	Z D'	6	6	4

L'enchaînement de C et de C', qui diffèrent surtout par le T D présente des t un peu moins sign. que les autres enchaînements. Mais l'enchaînement NY' serait, à tout prendre, le plus critique (le Δt atteint parfois I3) et pourtant il s'agit d'un enchaînement de parole masculine et féminine, répétition d'un même poème.

L'analyse détaillée confirme qu'en ajoutant à E trois dimensions pour les discordances de G, D, S entre les séquences de la transition acoustique, le modèle des cloisons étanches et ses propriétés subsistent.

En d'autres termes les enchaînements sont perçus, dans les conditions de l'expérience, de manière comparable dans la grande majorité des cas, et de manière plus ou moins différente pour certains jeux de paramètres. La conjonction de certaines valeurs produit un effet nouveau, que l'on ne peut prédire en s'appuyant sur des considérations d'acoustique classique, effet qui se traduit par l'influence importante de la répétition.

Influence comparée de (M, S) (Qu, Or) (Sou, Rel) (A, Eco)

Pour chacune des 4 transitions AA', BN', YM', MB', on a calculé, en partant des feuilles initiales de dépouillement, et, en procédant comme pour l'étude des répétitions (rassemblement des résultats utiles en 2 colonnes), on a calculé la variable de Student-Fisher permettant l'épreuve des moyennes pour les comparaisons suivantes :

Studio A - Salle d'Ecoute, dans le cas (M+S, Qu+Or, Sou+Rel)
Mono - Stéréo, dans le cas A + Eco
Qualité - Ordinaire, " "
Soutenu - Relâché, " "

Valeurs de $t = \frac{\bar{d}}{s}$ (voir tableau 55)

	A / Eco		M / S		Qu / Or		Sou / Rel	
A A'	-I,7I	PS	0,86		-3,I6	TS	-3,33	TS
B N'	2,59	S	3,I8	TS	0,93		-0,48	
Y M'	I,54	PS	-I5,0I	TTS	4,23	TS	I,72	PS
M B'	-2,57	S	-3,29	TS	-2,78	S	-0,80	

On voit que dans l'ensemble le relief, la qualité des haut-parleurs et le degré d'attention du sujet influent beaucoup sur la perception des enchaînements; l'effet est moins net pour le local d'écoute.

Reprenons le tableau des discordances entre séquences :

	G	D	S	
A A'	2	4	4	m m
B N'	8	8	8	m p
Y M'	2	8	6	p p
M B'	8	8	6	p m

- (A - Eco) : m - p et p - m sont plus sgn que m - m et p - p, ce qui semble indiquer une influence différente de la salle sur la perception de la musique ou de la parole.

- (M - S) : Pour A A' résultat non significatif. L'influence du relief serait plus grande pour les enchaînements mp et pm (l'espace subjectif étant occupé de manière très différente par les deux séquences).

- (Qu, Or) : comportement différent de m-p et de p-m (à discordances de types G, D, S équivalentes).

- (Sou-Rel) : caractère non-sgn de m-p et de p-m, comme si le hiatus entre genres différents rendait moins nécessaire l'attention du sujet.

On remarque aussi que l'influence du relief ne "double" pas celle de la qualité des haut-parleurs, l'amélioration introduite par la stéréophonie étant d'un autre ordre.

Comme ci-dessus, si l'on imagine un tableau à 8 dimensions (modulations, G, D, S, les 4 comparaisons), les cases significatives ne sont pas liées géométriquement de manière simple.

Influence de la qualité de l'ouïe

Cette étude n'a porté que sur un seul sujet, l'auteur du présent travail, en raison des sujétions particulières (port de bouchons d'oreilles). Il s'agit donc d'un essai strictement individuel, inséré dans le plan statistique; nous participions aux essais en même temps que les autres sujets, ce qui permettait de vérifier

in-situ leur comportement.

Le tableau 56 (première partie) montre la facilité plus ou moins grande avec laquelle les courbes d'interpolation ont été tracées. On affecte à chaque courbe un nombre n :

0 interprétation aléatoire
I difficilement utilisable
2 assez satisfaisant
3 satisfaisant
4 très satisfaisant
5 interpolation d'une évidence quasi-totale.

La suite a, b, ...i représente le carré latin développé, les découpages temporels étant explicités. On indique dans le tableau, pour I2 courbes interpolées prises au hasard dans chaque cas la répartition p' en fonction de n. La somme Σ np vient ensuite, ainsi qu'un schéma montrant l'allure de la variation de p .

La précision apparaît meilleure pour e(I0-3-20) et f(I0-8-2), donc pour un silence assez court et une 2e séquence longue ou l'inverse; dans l'ensemble la précision est meilleure si la 2e séquence est courte, on élimine alors une certaine imprécision due à un "effet de masque esthétique" lors de l'écoute de cette 2e séquence.

Les tableaux 57 et 58 montrent, en fonction de L, les corrections ΔL apportées par nous-mêmes, pour chaque découpage temporel. Le plan d'essais a permis de faire apparaître les résultats pour A A', Y M' (ouïe normale), B N', M B' (ouïe perturbée).

La comparaison ouïe normale et ouïe perturbée a été faite sur N Y', C C', Z D', D Z', modulations servant en même temps à l'étude de la répétition. Les durées sont donc invariables.

Résumons les remarques :

tabl. 57, 58
- très grande dispersion des pentes
- pincement en ≠ endroits pour ≠ variables latines, (pour Y M', surtout à L = 87 dB)
- donc énorme influence des conditions d'écoute et de silence.
- très bonne cohésion pour la parole
- Pour m-p et p-m (B N' et M B'), symétrie presque complète des pentes correspondantes.
- les différences imputables aux découpages temporels sont du même ordre que celles qui le sont à la nature des transitions.

Comparaison normal-perturbé (tabl. 56, en bas)

- différence très nette entre ouïe N et P, en particulier tendance à l'évasement des courbes vers les forts niveaux pour N et au pincement pour l'ouïe P. L'équilibre esthétique varie donc considérablement avec la qualité de l'audition.

- Nous avons effectué un test de Student-Fisher en disposant, pour chaque transition, en une double colonne les résultats numériques correspondant à N et P.

C C'	t = 7,9	TTS
N Y'	t = 0,4	NS
D Z'	t = I,4	PS
Z D'	t = 2,3	S

Ainsi les différences sont surtout significatives sur l'enchaînement m-m (C C'), et non sur p-p (N Y'). L'influence de l'ouïe est plus grande sur p-m (Z D') que sur m-p (D Z'). On retrouve l'effet de dissymétrie et une sensibilité particulière de la musique à la qualité de l'ouïe, ce qui paraît bien normal.

Pour l'ensemble des 4 modulations, on trouve t = 0,4, non significatif; cette propriété résulte d'une compensation de différences N-P positives et négatives. Mais on ne pourrait conclure à l'absence d'influence de l'ouïe que pour un très grand nombre de modulations et de toutes manières, le problème réel est l'influence sur des modulations particulières. On voit que celle-ci varie grandement selon les cas d'espèce.

- en ouïe P, les points (L, ΔL) ne sont pas disposés de manière aléatoire, mais s'interpolent facilement, un peu moins cependant que pour l'ouïe N. Cela montre que l'écoute perturbée est moins artificielle qu'on n'aurait pu le craindre. Cependant le port des boules Quiès était assez pénible tout au long des essais. Pour les expériences ultérieures, l'écoute P a été réalisée à partir de modulations dont la bande était réduite par des filtres à coupure plus raide (36 dB/octave), de telle sorte que l'on puisse enfoncer moins profondément les obturateurs d'oreille (Chapître I).

VUE D'ENSEMBLE

L'impression générale est celle d'une extrême complexité. L'influence des paramètres est bien résumée par l'image d'un espace à n dimensions, divisé en cases par des cloisons réalisant comme on l'a vu une partition d'apparence aléatoire. Il n'est pas possible de prédire le comportement d'un auditeur devant une transition acoustique donnée en se référant à des règles d'action prenant appui sur les caractéristiques physiques ou esthétiques du signal, mais on déduira la marge d'erreur si l'on fixe le plus grand nombre possible de paramètres pour s'approcher des conditions moyennes d'écoute.

D'où la règle : effectuer l'enchaînement dans un local, avec des haut-parleurs, à un niveau, comparable à celui de la majorité des auditeurs.

Cependant une architecture de cet espace peut s'esquisser de manière plus précise en fixant les paramètres. Les relations mises en évidence seront le plus souvent assez floues, mais il est possible d'en tirer des lois de caractère indicatif bien définies, et des conclusions tout à fait positives en se plaçant à un niveau suffisant de généralité.

Les diverses influences sont parfois négligeables, souvent importantes (jusqu'à IO dB), en moyenne nettement inférieures à ce que la tradition orale laisserait supposer, cependant la plupart du temps très sensibles pour une oreille avertie.

I/ Les enchaînements sont "polarisés".

Un enchaînement musique-parole et un enchaînement parole-musique ayant des caractères esthétiques aussi comparables que possible ont dans certains cas des comportements strictement opposés. Cela n'est pas toujours exact, cependant pour tous les types de transitions, les deux séquences ont un impact psychologique différent, l'enchaînement étant une affirmation de la deuxième séquence, sur la base de la connaissance de la première.

2/ Influence du niveau sonore global.

On observe une influence très nette du niveau global: pour une variation de L égale à 30 dB, Δ L peut varier assez souvent de 5 à IO dB. Dans certains cas particuliers, variation de ΔL atteignant 20 dB.

Mais Δ L peut croître ou décroître quand L croît, sans que l'on puisse lier ce fait à certains paramètres considérés isolément.

Le jugement est plus difficilement reproductible aux niveaux L très faibles ou très forts, ce qui s'explique par les conditions inhabituelles de l'écoute.

3/ Influence de l'attention.

En général, l'attention présente une influence significative pour les transitions m-m ou p-p. Beaucoup moins pour m-p et p-m, les hiatus se remarquant davantage.

Dans les conditions excellentes de l'écoute au studio II4, divergence importante et surtout à niveau tres fort ou très faible.

4/ Relief sonore.

Le passage de la monophonie à la stéréophonie est surtout sensible pour la transition p-p, moins pour les enchaînements mixtes. Dans le premier cas, la scène sonore élargie permet de différencier plus aisément les deux séquences en stéréo qu'en mono; la rupture p-m ou m-p s'impose déjà très nettement en monophonie.

L'influence du relief sonore est justifiée par la considération de l'espace subjectif, peuplé de sources sonores virtuelles réalisant une architecture tout à fait différente en mono ou stéréo, elle est liée à la possibilité de repérage directionnel, non seulement dans le plan horizontal, mais dans le plan vertical. Comme l'impression haut-bas, expliquée par un conditionnement psychologique (32.) plutôt que par l'étude de coefficients de diffraction n'est guère plus valable en stéréo qu'en mono, la différenciation de l'influence constatée pour ces 2 types de relief doit en être estompée.

Et de fait, l'influence M-S ne correspond pas en général à la transformation radicale de l'écoute qu'apporte la stéréophonie.

5/ Qualité des haut-parleurs.

Influence tres sensible pour les transitions homogènes; s'explique comme pour le relief sonore.

La qualité accrue se traduit par une définition plus fine de la scène sonore; les effets du relief et de la qualité sont de nature voisine, mais les corrections correspondantes de ΔL ne présentent pas de corrélation, elles sont souvent du même ordre bien que les différences d'espace sonore entre M et S soient bien supérieures à celles que l'on note entre Qu et Or.

6/ Local d'écoute.

Effet souvent sensible, lorsque la première séquence est parlée; le volume subjectif étant inférieur à celui de la musique, la parole est plus sensible au volume géométrique du local pour "asseoir" l'impression sonore de base. La réverbération accroit le volume subjectif par extension de la scène sonore en dehors du cône de vigilance jusqu'à occuper au moins le I/2 espace avant.

7/ Influence de la bande passante

Cette influence est remarquable pour les transitions m-m, p-m, faible en moyenne pour m-p. Surtout à très fort niveau pour m-m et p-p, à niveau faible pour p_m et m-p.

On doit donc tenir le plus grand compte de la bande passante pour le réglage.

Cette série d'expériences a été l'occasion, après chaque séance, d'une confrontation des points de vue. Des essais antérieurs (323, 324) ont montré une certaine réticence des auditeurs pour une large bande passante; cette attitude a été expliquée par la routine, les mauvais réglages, les déséquilibres de spectre, les résonances parasites, la fatigue... De même, nombreux sont ceux qui préfèrent une prise de son réalisée avec des micros électro dynamiques, malgré leur bande passante plus réduite que les micros électrostatiques (97b) Dans le cas présent, et de l'avis unanime, la bande passante large était préférée; il faut dire que les modulations avaient été choisies en fonction d'une très bonne écoute, permettant de les apprécier dans les meilleures conditions.

L'influence du relief, de la qualité des haut-parleurs, de la salle et du spectre s'explique en faisant appel à la notion de scène sonore, sur laquelle ces facteurs agissent conjointement; ces effets sont par nature très analogues, mais des modifications relativement faibles dans l'espace sonore subjectif peuvent se traduire par une influence apparente très nette. Par exemple, l'architecture sonore s'estompe en réduisant la bande passante; on peut penser que c'est là un changement moins net que le passage de stéréo à mono. Et pourtant, pour tels jeux de paramètres, les influences Com Reb et M S seront comparables (tabl. 43 et 44). Cela donne une idée de la complexité de ces actions.

8/ Qualité de l'ouïe.

L'aspect des résultats graphiques pour l'ouïe perturbée est tout aussi cohérent que pour l'ouïe normale, bien que fort différent;

il ne s'agit pas à proprement parler d'une perception pathologique.

L'influence de la qualité de l'ouïe est à rapprocher de celle de la bande passante, mais n'est pas exactement semblable. Il n'est pas équivalent d'écouter une modulation filtrée avec une ouïe normale ou une modulation normale avec une oreille déficiente, car les réactions physiques des haut-parleurs, de la salle, du corps diffractant constitué par la tête sont placées respectivement après ou avant le filtre. Notons que la simulation d'une ouïe perturbée réalisée dans nos essais n'est pas tout à fait correcte, elle fait appel à deux filtres sur la modulation initiale et sur l'oreille et à une gêne (port du casque et des boules). Il s'agit donc d'une perturbation conventionnelle.

Les résultats montrent un effet remarquable, se traduisant par une convergence des ΔL pour chaque découpage temporel à faible niveau L pour l'ouïe normale et à fort niveau pour l'ouïe perturbée.

9/ Influence des modulations.

Les modulations ont, dans l'ensemble, une influence importante, mais pas davantage que dans le cas des autres facteurs. On ne peut dire, comme d'ailleurs pour le niveau global d'écoute, que ce paramètre joue un rôle privilégié, du moins en considérant les valeurs numériques des ΔL.

Il en va autrement (tabl.49...58) si l'on s'intéresse à des représentations graphiques, et l'on remarque alors un comportement qualitatif qui différencie très nettement les modulations, sans que l'on puisse incriminer les types artistiques, dynamiques, ou spectraux considérés isolément.

La nature des modulations paraît bien être le facteur principal, mais de peu et cela nous conduit à une conception globale de l'écoute, perception d'ensemble d'une architecture de l'espace subjectif résultant d'une matière sonore initiale façonnée par des paramètres d'ambiance, relief, qualité, salles, niveau, qualité de l'ouïe.

IO/ Rôle de la durée.

L'influence du découpage temporel (Δt- $\Delta\theta$ - $\Delta t'$) dépend du niveau d'écoute L. Elle est plus nette pour L très fort ou très faible plus pour Δt que pour $\Delta t'$.

La durée du silence $\Delta\theta$ est beaucoup moins importante qu'on n'aurait pu le supposer, comme si la fonction d'oubli était peu agissante, du moins dans la limite des 8 secondes que nous ne pouvions dépasser pour réaliser un véritable "enchaînement".

Effet qui dépend nettement de la bande passante, du relief, de la salle, de l'indice dynamique.

II/ La répétition.

Dans l'ensemble les phénomènes sont reproductibles, ce qui est particulièrement net pour la population la plus importante de I00 sujets $1/\mathbb{I}$ (A + Eco + II4). Dans un certain nombre de cas, traités aussi correctement que les autres, cette conclusion n'est pas exacte;

la véritable novation que constitue une seconde écoute pour des auditeurs individuels apparaît alors sur un nombre de sujets assez important.

L'influence de la répétition est du même ordre pour l'attention soutenue ou relâchée; c'est un point de convergence important entre ces 2 types d'écoute, la seconde ne constituant pas un champ libre pour le hasard, mais un autre mode de perception ayant une certaine validité. Ceci expliquerait la faible importance de l'allongement du silence Δt, durée pendant laquelle l'attention se relâche, elle aussi, tout en participant à l'écoute.

I4 - ENCHAINEMENTS :

BRUIT ET CARACTERE SIGNIFICATIF

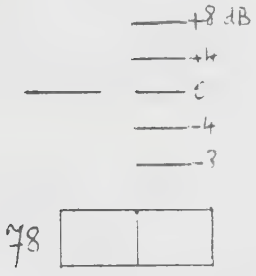
Deux caractéristiques importantes des enchaînements restent à étudier:

- la caractère plus ou moins significatif des séquences c'est-à-dire leur plus ou moins grande analogie sémantique ou esthétique.

- l'influence d'un bruit remplaçant le silence qui sépare les 2 séquences; ce cas est courant dans la réalité car le bruit de fond des chaînes de transmission apparaît lorsque cessent les modulations. De plus l'écoute d'un enchaînement ne considère pas le silence comme un vide, mais presque, suivant en cela P.Schaeffer (56) comme un fond sonore particulier; l'intervalle Δt peut être occupé, ce qui serait qualitativement équivalent, soit par du silence, soit par du bruit de fond, soit même par des bruits intentionnellement choisis pour faciliter les transitions.

Principe des essais

Il est identique à celui de ceux que l'on vient de décrire (chapître I3); l'expérience aidant, on n'a retenu que 5 échelons de niveau espacés de 4 dB pour les corrections apportées à la deuxième séquence.



Les auditeurs devaient indiquer par une, deux, ou trois croix dans la case correspondante la séquence paraissant peu, nettement, ou beaucoup plus forte.
Ceci pour chaque présentation.
Le choix était forcé et l'on n'admettait pas la réponse "douteux", pour les raisons déjà évoquées.

On évitait de même l'erreur d'acquiescement (39), en ne précisant pas à l'avance quelle séquence paraissait la plus forte.

Plan d'expériences

Il comporte, comme décrit dans le dernier chapître, un plan de base que l'on soumet à la variation de paramètres "extérieurs" réalisant un plan complémentaire.

Plan de base :

I4 types d'enchaînement. Les modulations employées sont décrites dans le tableau 40 (partie B); M désigne la musique, P la parole, C le chant.

Les 7 premiers enchaînements sont dénommés :

$M_1 M'_2$ $C_1 C'_2$ $P_1 M'_2$ $M_1 P'_1$ $P_2 C'_2$ $C_1 P'_2$ $P_3 P'_3$

Ils sont constitués par des séquences ayant entre elles un lien logique et esthétique (musique de même type, annonces parlées correspondantes, ...). On a dès lors constitué 7 autres enchaînements en remplaçant l'une des séquences par une modulation de même type artistique, mais sans qu'il existe un tel lien (musique très différente de la séquence conservée, texte parlé sans aucun rapport, etc..)

$M_1 \mu'_2$ $C_1 \gamma'_2$ $\varpi_1 M'_2$ $M_1 \varpi_1$ $\varpi_2 C'_2$ $C_1 \varpi'_2$ $\varpi_3 P'_3$

Dans les I4 transitions, des lettres identiques désignent les mêmes modulations, les lettres grecques les modulations "non significatives".

Les types choisis sont tels que l'on puisse étudier les transitions mp, pm, mc, cm, mm, pp avec le minimum d'exemples.

Les facteurs bruit et caractère significatif (sign) ont été testés au moyen du plan factoriel sans répétitions.

	sign	non sign
sil		
br		
BR		

sil = silence
br = bruit faible
BR = bruit relativement fort

Plan complémentaire :

Calqué sur celui des essais précédents, mais légèrement amélioré pour que chaque séance épuise l'ensemble des modulations, et que nous-mêmes, effectuant les essais avec ouïe normale ou perturbée, puissions participer intégralement aux écoutes du studio II4. Cela permettait d'avoir le maximum de données sur les difficultés et particularités de l'essai, ainsi que d'assurer une meilleure homogénéité de l'ensemble des sujets, en surveillant leurs réactions.

On n'a retenu que 3 niveaux différents d'écoute afin de pouvoir augmenter le nombre des modulations, l'étude de ce dernier facteur devant être particulièrement fouillée.

3 niveaux d'écoute :
f = 55 dB
m = 70 dB } (pondération A)
F = 85 dB

2 types de relief : M, S

2 qualités de haut-parleurs = Qu, Or

2 types d'attention = Sou, Rel

3 salles A, Eco, II4

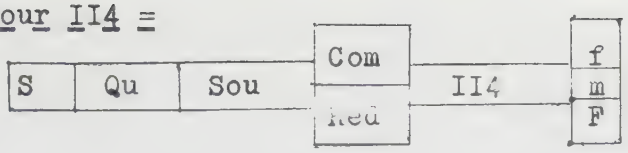
2 bandes passantes Com, Red

Plan pour A, Eco =

M	Qu	Sou				f
			Com	A	Eco	m
S	Or	Ref				F

2 x 2 x 2 x 3 = 24 séances (x 2 x 2 = 96 sujets)

Plan pour II4 =



2 x 3 = 6 séances (x5 = 30 sujets

Essais avec ouïe N - P par un seul sujet, ouïe normale avec Com, ouïe perturbée avec Red (I00 - 6000 Hz) et port de bouchons d'oreille.

Plan de dépouillement statistique :

Il est identique, au nombre de niveaux près, à celui du chapitre I3.

Rappelons-le:

	Domaine λ	Paramètre actif μ
α	A Eco	M, S. Qu. Or. Sou. Rel. f; m; F.
β	(II4, Com)	f. m. F.
β'	(II4, Red)	f. m. F;
γ	A + Eco, M, Qu, Sou, Com	f. m. F.
γ'	A + Eco, S, Qu, Sou, Com	f. m. F.
δ	MOY. GENE.	tous les cas

L'ensemble des paramètres extérieurs (sauf Com Red) est étudié sur les salles A, Eco.

α, β permettent d'étudier l'influence des salles à f, m, F.

β, β' influence bande passante, γ, γ' infl. relief

δ lois moyennes sur l'influence de sil, br, BR, sgn et non-sgn.

Remarque : le plan complémentaire et le plan de dépouillement statistique ont été conservés sans changement pour tous les essais réalisés ensuite au cours de ce travail, couvrant ainsi la question des transitions acoustiques et celle de la dynamique (chap. I4, I5, I6, I7, I8). Ils ne seront donc pas répétés lors de l'exposé de ces groupes d'expériences. Par contre le plan de base dépend évidemment de chaque type d'étude particulier.

Réalisation

Les niveaux moyens de br et BR étaient respectivement inférieurs de 2I et I3 dB à celui des modulations. Il s'agissait donc de bruits nettement plus importants que le "bruit de fond"réel, et très nettement différents. Ils avaient été élaborés en studio, à partir de bruit blanc et d'ambiances sonores (marteaux, usines...), de manière qu'ils présentent une certaine vie et ne soient pas rapidement lassants.

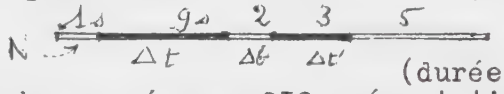
Les modulations parlées avaient été enregistrées dans des conditions telles que, (325), malgré les variations importantes du niveau global d'écoute, l'intelligibilité soit toujours excellente.

Ce tableau indique les types G, D, S ainsi que la distance

entre les séquences (somme des différences entre chiffres homologues des TD ou TS). Ces distances fournissent une indication sur la plus ou moins grande similitude des modulations composantes. Il est bien improbable que les fonctions plus élaborées qui ont été proposées - distance euclidienne entre polynôme de Gram servant pour l'approximation des spectres - (326) aient une signification subjective particulière. C'est pourquoi nous avons choisi l'expression $d = \sum_i |a_i - a'_i|$ qui fait intervenir des nombres liés, soit aux propriétés dynamiques (TD) soit aux propriétés spectrales par l'intermédiaire du groupement de bandes critiques (TS).

Bande passante : choix de filtres ayant une coupure plus brusque et une réponse en phase (327) améliorée de manière à n'introduire aucune perturbation parasite justifiant la préférence des auditeurs pour la bande réduite (328).

Chaque présentation était annoncée par un numéro (de I à 2IO) reproduit sur le questionnaire remis aux sujets :



(durée totale 20 S)

D'où pour chaque séance, 2IO présentations apparaissant au hasard.

L'équilibrage des enchaînements a fait l'objet de soins particuliers, s'effectuant en cabine, au niveau d'écoute moyen, sous le contrôle d'observateurs très qualifiés. La précision de réglage était pour ceux-ci de $\pm$ 0,25 dB. L'ensemble de ce "centrage" a été réalisé de manière très satisfaisante.

On utilisait des sujets glissants, avec test progressif d'homogénéité et précautions encore accrues concernant les instructions préalables et le comportement en cours d'essais. En particulier la position de la tête devait rester à peu près fixe, mais sans raideur, ceci pour tenir compte des variations fines du champ acoustique dans les salles (329) et les éviter au maximum.

Deux sujets par point expérimental dans A et Eco, cinq dans le studio II4 (plus le sujet testant la qualité de l'ouïe). Des mesures adéquates étaient prises pour que les sujets répondent de manière indépendante, sinon nous aurions obtenu une réaction de groupe et réduit ipso facto le nombre des observateurs.

Les séances étaient divisées en 4 parties (correspondant aux 4 bandes magnétiques portant les présentations). La lecture de ces bandes ne se faisait pas dans le même ordre à chaque séance, des interruptions importantes avec relaxation efficace étaient ménagées, précautions nécessaires (330) pour éviter la fatigue.

Observations particulières :

Le bruit présenté pendant l'intervalle $\Delta\theta$ ne perturbe pas de manière consciente le comportement des observateurs, ce qui ne serait pas le cas pour des bruits de niveau plus élevé ou à caractère inattendu (331). Le caractère des éléments sonores br et BR avait été choisi pour éviter cet inconvénient et se tenir dans le domaine des bruits de transition utilisables. Aucune réaction défavorable ne fut notée concernant la présence de br ou BR; comme l'admet maintenant la théorie de la détection (332), on doit rejeter l'opposition par tout ou rien entre bruit et silence, celui-ci étant un cas limite, et ce point de vue est confirmé par nos essais sur les transitions acoustiques.

Tous les sujets ont noté que l'écoute avec attention relâchée

permettait aisément d'effectuer les comparaisons de niveau.

D'une manière générale le comportement des sujets et l'aisance de leurs réponses était semblable, quelle que soit leur expérience préalable acquise au cours d'essais antérieurs; ce fait avait déjà été remarqué par Stevens pour l'égalisation de sons d'intensité différente (11f) et se retrouve dans l'écoute des modulations. Notons que dans les deux cas, les sujets, expérimentés ou non, participaient aux essais avec une très grande conscience.

Dépouillement des réponses

Il a été réalisé selon le processus déjà décrit (chapître I3). Résumons-le :

- chaque formulaire de réponse a été exploité de la manière suivante : on compte positivement le nombre de croix dans la 2e case de chaque présentation, négativement celui des croix placées dans la Ie case. La somme de ces 2 nombres est le résultat élémentaire (qui varie donc de -3 à +3).

- établissement d'une grille de décodage et "redressement" des réponses, qui, d'abord présentées au hasard, le sont ensuite dans un ordre logique sur de nouvelles feuilles de résultats, dotées d'une en-tête précisant les paramètres "extérieurs".

M_1 M_2' ... $M_1\mu_2'$

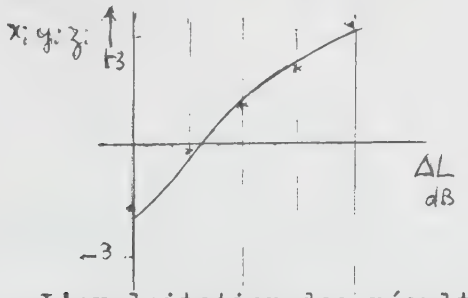
ΔL en dB	Sil	br	BR		Sil	br	BR
8	x	y	z	8	x	y	z
4				4			
0				0			
-4				-4			
-8				-8			

On dispose donc de nombres pour chaque cas

Sil silence

br bruit subjectivement faible

BR bruit subjectivement fort.



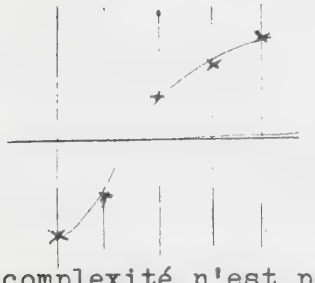
On en déduit la dénivellation ΔL correspondant à un équilibre subjectif des niveaux par interpolation au moyen d'une courbe psychométrique classique, effectuée sur les moyennes, pour les raisons déjà indiquées.

- L'exploitation des résultats conduit à la présentation logique et comparée de moyennes portant sur divers sous-ensembles de paramètres, puis à une analyse statistique de ces données.

[A, Eco] M.S. signifiera par exemple : comparaison des moyennes de tous les résultats en monophonie et en stéréophonie, portant sur les essais réalisés dans le studio"A" et dans la salle d'écoute "Eco".

ETUDE DES MOYENNES

Les courbes d'interpolation pour l'évolution des ΔL ont pu être tracées avec la plus grande aisance, la concordance des points étant souvent proche de la perfection ce qui justifie l'emploi de sujets "glissants". Elle est meilleure que pour le groupe d'essais précédent. On doit en rechercher la cause dans une mise au point extrêmement minutieuse, choix des modulations, équilibrage de référence et une surveillance particulièrement étroite de la réalisation.



La précision d'interpolation est souvent comparable à celle de mesures physiques classiques (par exemple courbe d'aimantation, dont la forme est analogue). Cette constation, vraîment surprenante si l'on pense à la complexité des résultats, montre que dans un domaine aussi mouvant que celui de l'écoute de modulations, on peut arriver à des résultats de caractère objectif; la complexité n'est pas due à des erreurs d'expérience, mais inhérente à la nature des phénomènes observés.

Les écarts-types sont beaucoup moins importants que pour les essais précédents.
Les dispersions les plus faibles peuvent correspondre à des points mal alignés et les expériences ont alors été reprises, car cela dénotait un manque résiduel d'homogénéité.
D'assez fortes dispersions correspondaient souvent à des moyennes remarquablement alignées, et ces résultats ont été conservés, en raison de la concentration de probabilité au voisinage de la courbe d'interpolation.

Répartition des moyennes et des écarts-types (%)

	m	σ
0 - 5	6	44
5 - 6	2	10
6 - 7	4	10
7 - 8	3	8
8 - 9	7	10
9 - 10	3	12
> 10	75	6

Nous allons maintenant présenter les principales observations qu'appelle l'ensemble des résultats. Ceux-ci sont décrits par des valeurs numériques et des graphiques (tableaux 59 à 70) qui feront d'abord l'objet de commentaires séparés, suivis de considérations plus générales. Comme pour le groupe d'expériences précédent, une analyse fort longue et très détaillée a été faite, il n'est possible de mentionner, sans lourdeur excessive, que les résultats les plus caractéristiques, en utilisant les abréviations déjà citées.

Pour simplifier, nous appellerons "dichotomies" les comparaisons de type binaire M-S,... . On étudiera donc aussi l'influence des dichotomies sur l'influence de sil - br - BR ou du caractère sign.. etc....

De plus, on ne peut recourir intégralement au style discursif. L'exposé sera beaucoup plus clair en adoptant une formulation conden-

sée, par exemple :

infl. M-S / sil - br - BR, sign, (A, Eco) Ord, Sou

signifiera :

" étude de l'influence de la dichotomie M - S sur l'influence du niveau de bruit pendant $\Delta\hat{e}$ ainsi que sur l'influence de la concordance du caractère significatif de la première et de la seconde séquences de l'enchaînement lorsque l'on considère soit la salle A, soit la salle Eco, l'écoute étant réalisée avec des haut-parleurs "ordinaires" et l'attention des sujets étant soutenue. "

Comme précédemment, nous avons admis que l'on pouvait effectuer les moyennes sur divers sous-ensembles (en sommant sur certains paramètres "muets"), les populations, en raison du très grand nombre de facteurs résiduels étant malgré le caractère systématique du prélèvement selon les paramètres explicites, suffisamment homogène.

Comparaisons (A, Eco) M-S, Qu-Or, Sou-Rel. (tabl.59)

Il s'agit de la comparaison concernant l'influence du silence, du bruit, ou du caractère sgn, en mono ou stéréo, avec des haut-parleurs de qualité ou des haut-parleurs ordinaires, l'attention étant soit soutenue, soit relâchée.

Observations résumées :

- Souvent différences très faibles (qqs dixièmes de dB), à la limite de l'audibilité dans les meilleures conditions subjectives possibles)
- Dans l'ensemble influence de sil, br, BR assez nette, d'importance variable suivant le type d'enchaînement, particulièrement faible pour pp, assez nette pour m-p et pour p-m).
- Infl. A-Eco douteuse, Eco rendrait un peu moins nette la séparation M-S, ou Qu-Or.
- Influence très douteuse de l'attention.

Mais ces résultats ne sont qu'indicatifs, l'étude statistique sera exposée ci-après.

L'influence des modulations est résumée par le tableau 62, (Ière partie), dans lequel on note par des croix (de + à ++++) le caractère positif des influences partielles. Il ne se dégage pas de loi nette, sinon la possibilité de variation sensible d'influence.

Sur l'ensemble du tableau 59, les différences entre ΔL suivant Sil, br, BR ne dépassent pas 2 dB; on peut donc dire que, pour cette partition de l'espace des expériences, les influences dues au niveau de bruit pendant l'intervalle séparant les séquences sont tout juste détectables pour une écoute courante.

Comparaisons (A,Eco) f. m. F. (tabl.60,6I,63,64,65) et (Com, Red)

Les tableaux 60 et 6I présentent les valeurs numériques, en fonction du niveau global f, m, F traduites par des courbes dans les planches 63, 64 et 65. Cette representation graphique, que nous avons

conservée dans la suite de ce travail, ne doit pas être considérée comme une interpolation des points expérimentaux, mais comme une simple visualisation. Nos essais préliminaires (chapître 8) avaient déjà montré que le graphe de ΔL en fonction de L n'était pas une droite, mais plus complexe, de telle sorte que l'on ne pouvait valablement interpoler à partir de 3 points. En fait, nous avons maintenu un plan d'expériences avec 3 valeurs de L seulement pour augmenter le nombre des modulations. Toute notre étude statistique traite du comportement des sujets à niveau d'écoute faible, moyen et fort. Elle ne permet pas une interpolation, si tant est qu'elle soit possible; étant donné la complexité des résultats on pourrait difficilement imposer, en effet, une forme générale à la courbe des moindres carrés, donc un degré au polynôme d'interpolation.

Par conséquent nos résultats sont valables à 3 niveaux L; les courbes tracées n'ont pour but, en améliorant la clarté, que de réduire le nombre des tableaux.

Observations résumées :

I/ le niveau d'ensemble, réglé pour être homogène au niveau de réglage m , par le public de référence, n'est plus le même pour toutes les modulations (les courbes des tableaux 63, 64, 65 ne passent pas, pour chaque graphique, par un même point) et cette différence n'est pas plus grande dans une salle ou dans l'autre, ou en passant de Com à Red).

2/ différence importante de ΔL si l'on passe de f à F (jusqu'à 3 ou 4 dB).

3/ Dissymétrie de ΔL en fonction de L : c-p, c $\bar{\omega}$ sont bien moins sensibles que p-c ou $\bar{\omega}$-c; pentes très différentes.

4/ influence du caractère significatif

Le tableau 62 (2ème partie) résume les discordances entre séquences, appréciées de 0 à +++. Dans l'interligne, discordances entre modul. sgn ou non-sgn correspondantes.

Cette influence apparaît évidente (tabl. 62,63,64,65, on compare $M_1 M'_2$ et $M_1 \mu'_2$, etc...). Tantôt plus nette dans l'écoute en studio, tantôt en salle Eco.

Le tabl.62 montre que P_1 et $\bar{\omega}_1$ ont des G, TD, TS très proches et ne diffèrent pratiquement que par leur caract. sign. On trouve effectivement une analogie dans A, mais pas dans Eco.

5/ infl. de sil, br, BR

Elle se traduit sur les planches 63 à 65 par une discordance des courbes en trait plein, ou en trait pointillé. On voit que dans certains cas elle est nulle ($P_1 M'_2$, A pl 63 - $C_1 \bar{\omega}'_2$, Com pl 64); cette superposition remarquable, obtenue avec des sujets glissants différents ne peut être due au hasard et constitue une présomption concernant la validité des essais. Mais dans la plupart des cas, influence nette de (sil, br;BR), tout à fait fiable, les conditions expérimentales étant les mêmes.

6/ ordre des transitions

p - m , m - p	($P_1 M'_2$, $M_1 P'_1$)	G	D	S
p - c , c - p	($P_2 C'_2$, $C_1 P'_2$)			

analogues pour les p, les m et les c ; influence nette de l'ordre des séquences

7/ influence des substitutions (tabl. 63, 64, 65)

(on remplace une séquence par une séquence de G différent, l'autre séquence restant inchangée Le choix des modulations a été fait pour que ce soit possible).

m m' → p m' ($M_1M'_2$, $P_1M'_2$) c c' → c p ($C_1C'_2$, $C_1P'_2$) ...

On observe que remplacer de la musique ou du chant par de la parole est plus important lorsque celle-ci vient en dernier
($M_1P'_1$ et $P_1M'_2$ à partir de $M_1M'_2$)

Comparaisons (Com, Red) f. m. F. (pl.64)

I) diff. très nette des valeurs moyennes de ΔL et non respect du "centrage" initial. L'écoute aux niveaux extrêmes est plus perturbatrice, mais ce n'est pas absolu.

2) les transitions p-m, m-p sont peu affectées par une variation de L . dissymétrie plus évidente sur c-p et p-c, moins prononcée lorsqu'il s'agit de musique.

3) Influence de la bande passante :

L'écoute dans de très bonnes conditions polarise davantage certains enchaînements (cf $P_2C'_2$ et $C_1P'_2$ cas Com ou Red)

L'infl. Com-Red est parfois peu nette ($M_1M'_2$). Les transitions m - m , p - m et p - p sont affectées de manière comparable (non influence de G).

4) Infl. du caract. sign.

Différence très nette dans tous les cas.
La diff. Com-Red apparaît plus nette dans les cas $P_2C'_2$, $C_1C'_2$, $M_1P'_1$, $C_1P'_2$ que dans les cas $M_1M'_2$, $P_1M'_2$, $P_3P'_3$, d'où une certaine dissymétrie du cas m-p.

Diff. sign-non sign. tantôt plus nette avec Com ($C_1P'_2$, $M_1P'_1$, $P_2C'_2$) tantôt avec Red ($C_1C'_2$, $M_1M'_2$) tantôt négligeable ($P_1M'_2$, $P_3P'_3$).

$P_1, \bar{\omega}_1$ ainsi que $P_2, \bar{\omega}_2$ ont des Id , TD, TS très analogues, le remplacement de sgn par non-sgn montre cependant une influence.

5) le bruit (sil, br, BR)

Effet net, dans l'ensemble un peu + important pour Red que pour Com, comme si la bonne qualité permettait de négliger davantage le bruit intermédiaire et "d'enjamber" le $\Delta\theta$).

Peut conduire à des diff. de réglage sensibles : 2 à 3 dB

6) ordre :

infl. m p → p m , p c → c p très nettes, avec des G, D, S respectifs très analogues. Il y aurait donc bien effet d'ordre.

7) substitutions :

m m' → p m' , ...

Le remplacement de la musique ou du chant par de la parole est plus importante lorsqu'il s'agit de la 2e séquence.

Comparaisons (M, S) f. m. F. (pl.65)

I/ Observations générales concernant les ΔL (décentrage et variation avec L) identiques à celles des comparaisons précédentes.

En particulier, l'influence globale du relief est du même ordre que celle de la bande passante.

2/ Les transitions p-m, m-p sont peu affectées (par sil, br, BR et L) lorsque l'enchaînement est sgn, assez nettement lorsqu'il ne l'est pas.

Il semble que la stéréophonie augmente les contrastes dûs à la non-concordance du caract. sign. entre séquences.

3/ influence particulière de "sign".

Différence (M, S) très nette dans presque tous les cas, varient grandement suivant le niveau d'écoute, un peu plus importantes pour p-m que pour m-p.

P_1, $\overline{\omega_1}$, P_2, $\overline{\omega_2}$, avec TD et TS très analogues donnent enchaînés avec M'_2 et C'_2 des graphiques nettement différents, d'où infl. intrinsèque du caractère significatif.

4/ influence de (sil, br, BR) :

Toujours très nette, mais pas plus en mono qu'en stéréophonie.

5/ ordre des transitions

m - p	p - m	infl. nette
p - c	c - p	

G, D, S étant analogues, il s'agit d'un effet de polarisation des enchaînements qui paraît plus net en stéréophonie qu'en monophonie et dans le cas non-sign.

6/ infl. des "substitutions".

m m'	→ p m'	très nette
m m	→ m'p	très nette surtout en stéréo
c'c	→ c'p	peu nette
c c'	→ p c'	très nette

Le remplacement de la musique par de la parole conduit à une nette modification de la variation de L en fonction de L.

Observations sur la "moyenne générale" (tabl.6I, planche 65)

I/ faiblesse des écarts (max 3 dB)

Très sensibles pour des professionnels, mais simplement détectables pour un observateur non spécialisé.

2/ grande importance du caractère sign., surtout pour les transitions homogènes, du type m-m, p-p, c-c.

3/ pour les transitions significatives $M_1M'_2$, $P_3P'_3$, $P_1M'_2$, $P_2C'_2$, variation très faible de ΔL en fonction de L.

4/ la dissymétrie des enchaînements pm (mp) et pc (cp) se traduit par une allure différente des courbes correspondantes.

L'influence du silence ou du bruit n'apparaît pas dans ces résultats, puisque l'on a fait la moyenne de tous les cas, en laissant seulement le niveau en évidence.

Influence de la qualité de l'ouïe. (tabl. 66, 67, 68)

Pour chaque cas d'espèce apparaît une influence évidente de l'ouïe, conduisant à une perturbation complète des résultats (la variabilité "intrinsèque" de sujet ayant effectué ces essais n'était que de I à 2 dB, comme l'ont montré des essais préliminaires).

I/ influence du niveau -

Perturbations par rapport au cas "normal" tout à fait différentes selon le niveau global L.

m - m, c - c	minimales à F maximales à f (l'écoute à fort niveau, permettant d'élargir la bande audible, serait plus favorable)
p - p	pas d'infl. de L
p - m, m - p	écart très important à niveau moyen, en sens inverse pour les 2 transitions, confirmant l'effet de dissymétrie.

2/ infl. du caractère significatif :

m - p et p - m	non sign. moins perturbés que s'ils sont sign. Ceci ne se retrouve pas pour c - p ou p - c.

L'infl. du caract. sign. n'est donc pas évidente.

3/ infl. de sil, br, BR

La position relative des courbes correspondantes est complètement perturbée, mais l'effet d'un bruit éventuel pendant l'intervalle de transition $\Delta\theta$ n'est pas augmenté.

4/ infl. des modulations

Pour des enchaînements tels que le hiatus entre séquences varie, l'ordre de grandeur de la perturbation due à N → P modifie ($M_1M'_2$ et $P_1M'_2$, $C_1C'_2$ et $C_1P'_2$ ...); de plus perturbation profonde du détail de l'influence de L, de l'ouïe, du bruit pendant $\Delta\theta$.

CALCULS COMPLEMENTAIRES

Pour chacun des domaines (λ, μ) du plan d'expériences, on a, faisant suite au calcul des moyennes, puis à l'interpolation, obtenu un ensemble de nombres, qui sont les ΔL correspondants, d'où des feuilles de "données intermédiaires".

A chaque type d'enchaînements, on affecte un nombre ν , et l'on a effectué les calculs qui suivent

I) influence du bruit dans $\Delta\theta$.

$i =$ ↓ 1,2 ... p (a)	sil	br	BR → j (b)
	x_{ij}		

Portons dans un tableau à 3 colonnes, pour chaque modulation, les ΔL afférant à "sil, br, ou BR", pour toutes les feuilles des sous-ensembles obtenus en laissant fixes λ ou μ. Par exemple ($\lambda = A, \forall \mu$). signifie que l'on prend toutes les feuilles du studio A, pour M et S, Sou et Rel, Qu et Or, f, m, F.

D'où des tableaux à p lignes et 3 colonnes auxquels nous appliquons l'analyse de variance pour tester l'influence des colonnes.

On calcule

		d° de liberté
S_α^2	$= 3 \sum_i (x_{i.} - x_{..})^2$	2
S_β^2	$= p \sum_j (x_{.j} - x_{..})^2$	p - I
Σ^2	$= \sum_{ij} (x_{ij} - x_{..})^2$	3p - I
S^2	$= \Sigma^2 - S_\alpha^2 - S_\beta^2$	2(p - I)

et le rapport de Snedecor $F = \dfrac{S_\beta^2/2}{S^2/2(p-1)} = \dfrac{(p-1)S_\beta^2}{S^2}$

que l'on compare aux seuils (variables selon les valeurs de p), précisés en bas du tableau 69.

Ensembles retenus

$(\lambda = A, \forall \mu)$ $(\lambda = Eco, \forall \mu)$

$(\lambda = 1\,14\,Com, \forall \mu)$ $(\lambda = 1\,14\,Red, \forall \mu)$

$(\forall \lambda, \mu = f)$ $(\forall \lambda, \mu = m)$ $(\forall \lambda, \mu = F)$ $(\forall \lambda, \forall \mu)$

Le calcul a été repris, pour ces ensembles, en groupant les modulations, donc en considérant que les I4 enchaînements étaient dans leur ensemble, un échantillon représentatif prélevé au hasard sur l'ensemble des modulations possibles, ce qui est bien entendu inexact. Cependant nous avons admis, considérant le grand nombre des paramètres résiduels de chaque colonne, que l'on avait affaire à des populations gaussiennes.

On a de plus, "mélangé" tous les cas (voir tabl.69)

2) Influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention, de la salle.

Pour chaque modulation, on a placé en une seule suite les valeurs figurant sous "sil, br, BR" pour toutes les feuilles de données intermédiaires correspondant aux comparaisons ci-après :

(A+Eco) $\begin{cases} M \\ S \end{cases}$ (A+Eco) $\begin{cases} Qu \\ Or \end{cases}$ (A+Eco) $\begin{cases} Sou \\ Rel \end{cases}$ (M+S, Qu+Or, (A Sou+Rel) (Eco

Calcul de $t = \dfrac{\bar{d}\sqrt{n}}{\sigma}$ $\bar{d} = Moy\,(x_k - x'_k)$ ..., pour le test de Student-Fisher.

Résultats :

Ils sont résumés dans les tableaux 69 et 70; seuls les grands points de l'analyse effectuée sont indiqués ci-dessous :

a) infl. de sil, br, BR (tabl.69)

Le plus souvent faible, signif. dans 30% des cas; pour le mélange toutes modulations, l'influence n'est pas significative.

Dans la pratique, on doit en tenir compte, si l'on tient à éviter les erreurs d'enchaînement, qui, même pour quelques modulations seulement, seraient inacceptables.

Observations sur cette infl. dans ≠ cas

(A, Eco)	≠ suivant les salles, plus nette à faible niveau
(Com,Red)	infl. très nette de la bande passante, des infl. sil br BR très sign. ne le devenant pas quand on passe de Com à Red et inversement.

(f, m, F) discrimination dues au bruit plus nettes à F, ce qui paraît dû à la proportion importante de grave et d'aigu dans br et BR, plus audibles lorsque L ↗ .

b) infl. du caract. sign. de la transition. (sur l'infl. sil, br, BR) tabl.69

Les enchaînements sign. souvent + sensibles au bruit, surtout pour p - p, et avec Com.

L'écoute bande réduite diminue donc la "présence psychique" de l'intervalle $\Delta\theta$ et rend plus tolérant sur la présence du bruit.

Souvent inversion du caractère sign. quand on passe de p-m à m-p ou de p-c à c-p. (dissymétrie)

c) infl. des modulations (sur l'infl. sil, br, BR) tabl.69

Ench. p-p beaucoup plus sensibles que les ench. m-m, p-m et m-p se comportent de manière tout à fait ≠
(non sign. très sens. pour p-m, sign. le plus sens. pour m-p)

Le fait de ne pas être prévenu du contenu de la 2e séquence rend plus nette l'influence d'un bruit.

Infl. des "substitutions" :

m-m'	p-m'	changement radical, à niveau F pour le cas non-sign.
m-m'	m-p	d° , c'est l'ench. sign. qui devient sens. au bruit, à niveau m
c-c'	p-c'	infl. notable, ≠ suivant le caract. sign.
c-c'	c-p	effet analogue

d) infl. de : relief, qualité, attention, salle (tabl.70)

Il s'agit de l'infl. de ces facteurs selon le bruit dans ou le caractère significatif.

(M,S) infl. faible sur m-m, p-p, > sur m-p que sur p-m
séparation (entre les cas M,S) ∼ dans sil, < br, ou BR

(Qu, Or) séparation particulièrement nette, le facteur qualité des haut-parleurs est le + important.

(Sou,Rel) séparation faible, surtout pour br et p-c
L'attention joue donc, pour ces expériences où la nature de l'intervalle $\Delta\theta$ intervient, un rôle nettement moins grand que le relief, la qual. des H-P, ou la salle.

(A, Eco) séparation faible pour br, dans les transitions où intervient de la musique.

Influence de (sil, br, BR) sur les dichotomies principales (M, S, ...)

Le fait d'introduire dans le "silence" d'un enchaînement un bruit faible rend la transition moins sensible.

Influence du caract. sign. d°

Rien de net dans l'ensemble, mais des tendances particulières pour chaque type de transition.

m-m + net dans le cas non-sign.

c-c + net dans le cas sign.

p-p variable

Le caractère significatif joue donc un rôle peu important dans l'influence du relief, de la salle, ... quelle que soit la nature de .

Influence des substitutions d°

Le caractère significatif des variables de Student-Fisher est souvent permuté

m-m	p-m	(pour Qu,Or)
m-m	m-p	(pour Qu,Or)
c-c	p-c	(le + souvent, ↗ de influence |t|)
c-c	c-p	(effet un peu moins important)

Dissymétrie : les transitions "opposées" m-p, p-m dont les types G, D, S sont respectivement analogues donnent des t le plus souvent de signe contraire, d'où un effet "inverse" du relief, des haut-parleurs, de la salle. En outre le comportement lorsque l'on passe de sign à non-sign. est souvent différent.

VUE D'ENSEMBLE

D'une manière générale, on ne peut mettre en évidence de lois simples, qui apparaîtraient au premier dépouillement. Il se confirme qu'est seul valable, pour un tel ensemble d'essais, le modèle déjà employé pour les expériences avec Δt variable : si l'on considère l'espace En de tous les paramètres, il se divise en cellules élémentaires. En laissant constants un certain nombre de ces facteurs, on obtient des sous-espaces Ep, divisés en cellules plus importantes que les précédentes, qui apparaissent comme autant de cases sur les tableaux récapitulatifs, cases occupées par les corrections ΔL apportées au réglage de référence, les F de Snédecor ou les t de Student. Les cellules adjacentes sont séparées par des "cloisons" que nous qualifierons de plus ou moins "étanches" selon l'écart des valeurs de ΔL, F, ou t correspondantes.

Alors, les espaces Ep, ainsi qu'~~é~~ En, apparaissent comme une mosaïque irrégulière :

Les caractéristiques des transitions acoustiques dépendent essentiellement de l'ensemble, au sens large, des conditions d'écoute, le niveau sonore global et la nature des modulations étant parmi tous les facteurs, les plus importants, mais sans que l'on observe une prédominance écrasante, il s'en faut.

L'ampleur des effets observés est souvent faible, tout juste supérieure au seuil de sensibilité d'un auditeur moyen, bien que sensible pour un observateur averti.

On peut déduire de ces constatations que la relation entre les 2 composantes de l'enchaînement est psychologiquement très complexe et dépend à titre comparable de tous les facteurs psychophysiques étudiés.

Nous pouvons cependant être plus précis dans l'étude séparée de ces paramètres.

I) Effet du silence ou du bruit dans $\Delta\theta$

Lorsque le bruit existe pendant toute la durée de l'enchaînement ($\Delta t + \Delta\theta + \Delta t'$), l'équilibre des séquences est modifié, comme l'a noté Ilmonem pour la parole et la musique (333) . Mais si le bruit, comme dans la présente étude, n'apparaît que pendant $\Delta\theta$, l'effet est assez variable et faible dans l'ensemble.

En moyenne générale, peu d'influence pour un certain nombre d'enchaînements de séquences sans affinité sémantique. Dans d'autres cas, et ceci apparaît surtout pour l'étude statistique, les transitions non-significatives sont les plus sensibles.

Le processus de réaction à l'écoute d'un enchaînement pourrait être décrit ainsi : on écoute la Ière séquence, d'où un conditionnement des perceptions, puis la 2ème séquence, d'où une confrontation des perceptions. Si l'enchaînement est "significatif", l'auditeur est à priori plus exigeant et l'influence du bruit, en accentuant les possibilités d'oubli, plus importante; cela ne correspond qu'à une partie des observations. On peut dire aussi que, pour un enchaînement non-significatif, la relation psychologique entre composantes est trop lâche pour résister au bruit, dans $\Delta\theta$, d'où une influence plus nette de br et BR, que confirme une partie des résultats. Ces deux explications, partielles ne rendent pas compte de l'ensemble des observations, et supposent une séparation nette entre les séquences et le bruit. Admettons, ce qui paraît le plus conforme au processus d'une écoute qualifiée, que $\Delta\theta$ est non une séparation, un hiatus, mais une transition, et le silence, comme le bruit, une modulation particulière. On peut supposer que, par affinité, les modulations de $\Delta\theta$ se partagent subjectivement entre la Ière et la 2ème séquence, faisant intervenir des facteurs esthétiques complexes, qui modifient, de manière variable suivant les modulations, la relation sémantique existant entre les séquences.

En somme l'on peut considérer, dans cette optique, un enchaînement comme une modulation unique, composée de 3 séquences ($\Delta t, \Delta\theta$, $\Delta t'$). Il s'agit alors d'une seule modulation hétérogène.

2) Influence de la qualité des haut-parleurs

C'est le plus important des paramètres "extérieurs". L'écoute de qualité peut aussi influer sur la polarisation de l'enchaînement. Une variation de la qualité des haut-parleurs fait apparaître des différences plus nettes entre les modulations hétérogènes selon la modulation intermédiaire ($\Delta\theta$)

3) bande passante -

L'influence du bruit est plus importante pour la bande complète que pour la bande réduite. Dans tous les cas, l'ordre de grandeur des ΔL en bande large ou étroite est comparable; il n'y a pas perturbation systématique des sensations, du moins pour celles que met en jeu l'"équilibre esthétique" des séquences.

Ce résultat peut se comprendre si l'on admet, d'une part une certaine déficience systématique de l'écoute apportée par les moyens de reproduction. On néglige en effet les ultra-sons, que l'oreille humaine percevrait par conduction osseuse (334) et qui d'ailleurs existent en quantité appréciables dans la voix (335); cela peut expliquer la gêne que ressent un auditeur averti devant tout appareillage électroacoustique, fût-il de qualité maximale. L'écoute à bande complète ou réduite souffrirait dans les deux cas de cette imperfection. A contrario, dans le cadre de l'écoute ordinaire, on a pu montrer que le nombre d'harmoniques réellement perçus était faible (336) , donc aussi l'effet d'une réduction de la bande passante.

Si la réduction de la bande passante est d'un point de vue esthétique, très sensible, elle l'est peu quant à l'équilibre des enchaînements. La perception des modulations hétérogènes ferait donc

intervenir des caractéristiques spécifiques, différentes de celles des modulations homogènes.

4) Influence du relief sonore

Il semble que la stéréophonie augmente les contrastes dûs au caractère non-significatif et conserve mieux l'homogénéité due au caractère significatif des enchaînements.

L'influence du passage de M à S est très nette, sauf sur l'influence du bruit lui-même.

5) Influence du local d'écoute.

L'effet du bruit diffère suivant le local.
Séparation mono-stéréo, qualité ordinaire, différente.
L'écoute en stéréo de qualité serait plus valable en grande salle.
Différence importante des écarts par rapport au réglage étalon suivant la salle.

On peut rendre compte de cet effet en considérant le couplage des haut-parleurs et des salles, différent selon les fréquences de résonance de celles-ci, et dépendant étroitement de leurs caractéristiques aux points d'implantation (337). C'est d'ailleurs pourquoi on tend à mesurer les caractéristiques des haut-parleurs dans les locaux mêmes où ils sont utilisés (337).

6) influence de l'attention.

Ce facteur est le moins important; l'attention joue ici un rôle nettement moins grand que le relief, les haut-parleurs, la salle et surtout le niveau global et la nature des modulations. On peut dire que le jugement de valeur porté sur un enchaînement est plutôt un phénomène intuitif.

7) le niveau global d'écoute.

Influence très nette, mais n'atteint pas celle des modulations; l'écoute aux niveaux extrêmes est souvent plus sensible aux différences entre paramètres. La discrimination due au bruit est plus évidente à très fort niveau.

8) influence des modulations.

Nous parlerons dorénavant des modulations hétérogènes, c'est-à-dire de "tout" l'enchaînement.

Cette influence est la plus importante (jusqu'à IO dB, ou même plus dans tels cas individuels).

L'influence du bruit est un peu plus faible pour les enchaînements parole-parole que pour musique-parole et parole-musique.

Les "substitutions" (passage de m-m à m-p,...) accentuent l'ensemble des séparations.

9) influence du caractère significatif

L'influence est tres nette pour la comparaison des salles; ce facteur est important à lui tout seul, indépendamment des caractéristiques dynamiques et spectrales.

Plus nette dans certains cas (exemple Com-Red) selon modulations.

IO) dissymétrie.

Les enchaînements sont polarisés et ce caractère apparaît dans

les comparaisons les plus diverses.

Influence du caractère significatif plus faible pour p-m que pour m-p, ainsi que l'influence du bruit dans le cas des comparaisons de salles.

Différences nettes mp -> pm, pc -> cp, bien que TD et TS soient comparables.

Le remplacement de la musique ou du chant par de la parole est plus important si la parole vient en dernier.

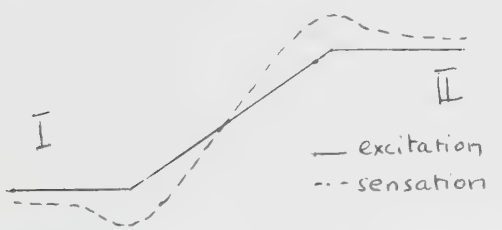
Cet effet de dissymétrie concernant la valeur de la première et de la deuxième séquences est à rapprocher de l'effet d'ordre se produisant dans toute expérience de psychophysique (Stevens) où l'on présente plusieurs stimuli.

II) qualité de l'audition.

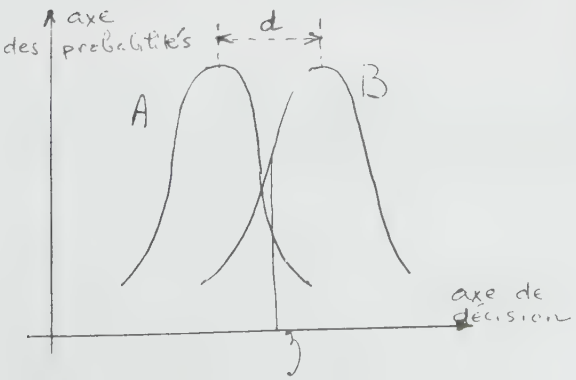
La qualité de l'audition présente une influence très nette, ne conduisant pas cependant à une diminution de la cohérence des résultats. L'écoute avec ouïe perturbée, bien que montrant des lois très différentes de l'écoute normale, n'est pas qualitativement "méprisable". Les informations qui disparaissent avec les fréquences supprimées sont en partie remplacées par d'autres informations dues à l'adaptation psychologique de la perception.

Des essais déjà effectués sur les transitions acoustiques, nous pouvons déduire quelques enseignements assez généraux.

I) Il est important de remarquer qu'un enchaînement est une modulation hétérogène se composant non de deux, mais de trois séquences. Les sons, ou le silence, occupant l'espace intermédiaire réagissent sur les extrêmes. Il se produit ici quelque chose d'analogue à la loi de Mach, étudiée dans le cas de la vision : la sensation correspondant aux plages d'éclairement différent I et II présente la modification indiquée, qui dépend des caractéristiques de l'intervalle entre ces plages. Cette loi a été étendue par Bikésy, aux modèles tactiles de la sensation auditive (1706); on doit en retenir pour notre étude, l'influence active de l'intervalle de séparation, plus ou moins grande suivant les cellules de l'espace des paramètres. Cette influence s'admet plus facilement pour la vision et le toucher, car la perception se rapproche de celle, globale, d'une forme; elle pourrait être du même type pour les enchaînements. Le chapitre suivant sera consacré à cette question, avec l'aide d'un bruit rose qui, nous l'avons vu (chapitre6), était susceptible de représenter des modulations homogènes.



2) Reprenons, en l'adaptant, le schéma général de la détection esquissé au chapitre I2.



Soient les deux courbes d'allure gaussienne correspondant au choix de A et de B

A sera la perception souhaitée par le sujet (concernant ici l'enchaînement).

B sera la perception réelle de l'enchaînement proposé.

On peut interpréter l'ensemble des résultats en disant que la courbe A est affectée d'une imprécision importante, se traduisant par un certain flou, qui dépend de l'ensemble des paramètres. Ceux-ci agissent sur le conditionnement même du sujet. La courbe B est affectée d'une imprécision moins grande, mais varie suivant la façon dont les sujets s'attachent aux diverses caractéristiques des enchaînements. Enfin la limite η représentant le critère qui permet de choisir de manière précise B par une réaction objective de décision (ici nombre de croix dans une case du questionnaire) en fonction de A varierait légèrement d'une écoute à la suivante, le critère étant adapté au caractère esthétique des modulations.

Ce modèle nous a été suggéré par la théorie de la détection, en fonction de l'expérience que nous avons acquise dans l'écoute comparée des haut-parleurs. A et B sont les courbes de choix correspondant aux perceptions réelles, et le critère y est de toute évidence très fluctuant, sauf pour des professionnels aux réactions figées. C'est un problème plus simple que celui des enchaînements : dans ce dernier cas la courbe B correspond au choix parmi un éventail de perceptions, un critère linéaire η seul étant impuissant à rendre compte de la variabilité, que l'on doit reporter partiellement sur l'une des courbes de choix.

L'ensemble de ces essais permet enfin de se rendre compte de la complexité du problème réel des enchaînements, source de l'échec relatif des tentatives pour représenter objectivement la sensation du niveau sonore des modulations. Des travaux très importants ont été réalisés dans le domaine des bruits impulsifs, essentiellement par Niese (339, 340, 341), aboutissant à un "sonoimpulsimètre". Cet appareil donne de bons résultats pour des bruits, même très complexes; pour les "modulations", il ne pourrait représenter la réalité subjective qu'en supposant données les réactions esthétiques ou affectives des sujets, dont nous savons qu'elles sont variables par nature, suivant nombre de facteurs dont essentiellement le niveau sonore. D'autres voies de recherche ont été explorées; I. Dreyfus-Graf a mis l'accent sur l'autorégulation logarithmique que l'on doit simuler de manière objective (342); on a voulu, en s'en tenant aux théories de Zwicker réaliser pour la Radiodiffusion un appareil remplaçant le VUmètre (343), qui n'apporte, il faut bien le dire, pas d'amélioration significative.

Si l'on voulait adapter le principe de ces appareils à des comparaisons de niveau pour réaliser des dispositifs automatiques d'enchaînement, la dualité niveau subjectif - niveau objectif serait reportée sur les ΔL de nos tableaux; comme on l'a vu ils correspondent à des entités psychologiques très complexes, dépassant de beaucoup des différences de force sonore. Même si l'on savait reproduire objectivement de manière correcte le niveau subjectif des séquences, la difficulté serait entière pour les ΔL. L'équilibre esthétique est atteint par une variation de niveau physique; $\Delta \mathcal{L}$ étant la variable psychologique correspondante, celle-ci admet de toute évidence, un nombre considérable de dimensions que l'on ne peut appliquer de manière injective sur l'échelle des ΔL qui n'en comporte qu'une.

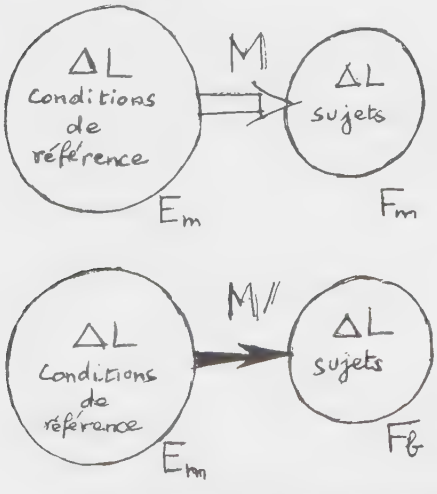
Tout ceci ne concerne, remarquons-le, que l'écoute libre, dégagée de tous préjugés, réalisée en fonction de réactions subjectives très fines; l'écoute courante, dans la grande majorité des cas,

ne suscite pas l'enthousiasme que nous avons noté chez nos sujets, dû à la conscience de participer à une recherche. Dans l'écoute courante, se produit un flou accru des courbes A et B et surtout une grosse imprécision du critère δ se traduisant par une absence de jugement correspondant à des réactions esthétiques de qualité. Seul subsiste l'un des facteurs, la force sonore, paramètre sur lequel on peut agir directement. C'est pourquoi nous sommes malgré tout optimistes quant à la réalisation pratique d'un dispositif automatique basé sur des analyses spectrales comparées et faisant appel aux lois de l'audition des bruits impulsifs. Il s'agit là d'un problème particulier, ne correspondant pas à l'écoute de qualité maximale.

I5 - ENCHAINEMENTS
ECHELLES DE BRUIT ROSE

Les études déjà réalisées sur les modulations tendent à considérer un programme varié comme un tout, l'observateur ne devant pas intervenir pour régler le niveau sonore entre les séquences (344); nous avons montré qu'aucun réglage ne serait satisfaisant, sauf si l'on se proposait, limitant les exigences, d'obtenir une adaptation "moyenne".

Cette série d'expériences a pour but de rechercher dans quelle mesure la grande variabilité des ΔL était inputable à la structure physique complexe des modulations et, pour cela, nous avons fait appel aux propriétés du bruit rose. Dans les essais préliminaires (chapitres 4 et 6), ce bruit est apparu comme un repère assez correct des perceptions. Des sujets pouvaient représenter les caractères d'une modulation par un bruit rose dont ils réglaient le niveau, d'ou justification de notre hypothèse concernant l'écoute synthétique. Les essais qui vont être décrits se proposent de faire correspondre les enchaînements de modulations réelles à des transitions de bruit rose. Les paramètres physiques sont alors simples et bien définis, susceptibles de représenter plus facilement une écoute moyenne en réduisant la variabilite des perceptions; le pouvoir analyseur de l'oreille qui suit des lois complexes en fonction de la fréquence des composantes (345) serait ici plus reproductible.



En schématisant nous avons montré que, pour des modulations, la correspondance M de l'espace des ΔL dans les conditions de référence avec celui des ΔL valables dans tous les cas expérimentaux (ΔL"sujets") ne faisait pas apparaître de lois simples - sinon celle de l'interdépendance des modulations et du complexe d'écoute.

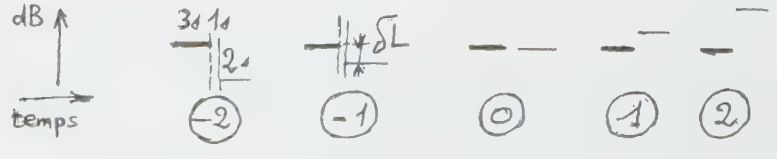
Les essais actuels réalisent une "application" M' de E_m sur F_b ,

espace des ΔL sujets obtenus dans toutes les conditions expérimentales, avec du bruit rose.

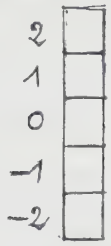
L'adaptation moyenne des réglages serait inextricable sur M; on peut espérer qu'elle serait plus abordable sur M', ce qui permettrait un étalonnage optimal des enchaînements par référence à des transitions de bruit rose.

Principe des essais :

Il s'agit de comparer les enchaînements de modulations réelles à une séquence repère constituée de 5 enchaînements de bruit rose, dont les niveaux sonores sont représentés par le schéma :



Cette séquence est donc constituée de 5 transitions de bruit rose, et pour chacune de celles-ci, la 2e partie se présente d'abord plus faible, puis plus forte, de manière à réaliser 5 échelons de déséquilibre cotés de -2 à +2. D'où une échelle de repérage subjectif permettant de caractériser le déséquilibre d'un enchaînement de bruit rose.



Dans ces essais, on demandait aux sujets de placer les transitions de modulations réelles sur cette échelle, en indiquant par quel enchaînement de bruit rose elle était représentée de la manière la plus satisfaisante.

- Plan d'expériences.

Il correspond point par point à celui que nous avons décrit au chapitre précédent; d'ailleurs ces deux séries d'essais étaient groupées lors d'une même séance, seules les nécessités d'un exposé logique ont conduit à les dissocier.

Toutefois, étaient seules utilisées les transitions telles que les deux séquences présentaient une affinité sémantique (ce que nous avons appelé, en abrégeant, les enchaînements significatifs) :

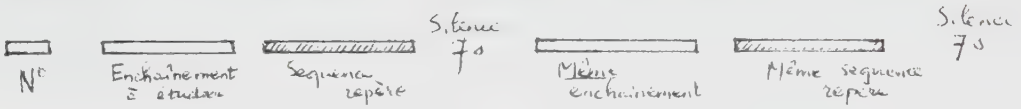
$M_1M'_2$ $C_1C'_2$ $P_1M'_2$ $M_1P'_1$ $P_2C'_2$ $C_1P'_2$ $P_3P'_3$

Réalisation.

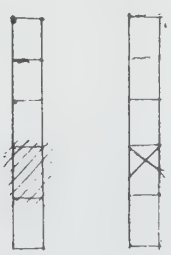
Les dénivellations δL, de l'ordre de 4 à 6 dB, ont été ajustées pour correspondre à des échelons subjectifs égaux dans l'écoute de référence.

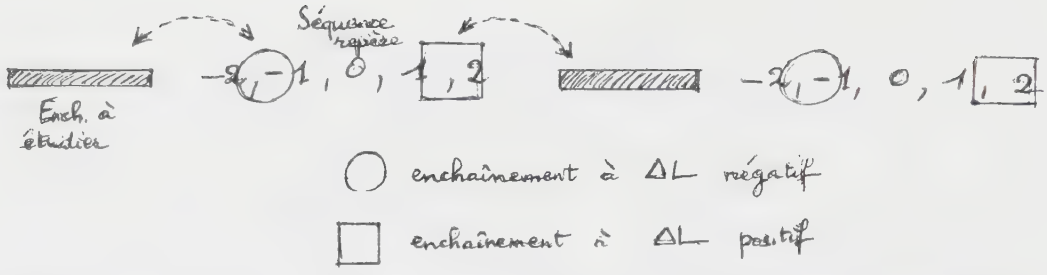
Les échelons -2 et +2 représentaient, à l'évidence, des transitions beaucoup plus déséquilibrées que les transitions réelles. Cette précaution était indispensable, car on sait que, dans les tests sur échelles graphiques, les sujets tendent à éviter les cases extrêmes (39 %) , donc à resserrer exagérément la partie utile de l'échelon autour du centre.

On présentait aux sujets un groupe expérimental constitué comme suit :



Une double comparaison était donc possible, la première permettant de définir la zone choisie sur l'échelle, la seconde de préciser le point correspondant à la représentation la plus correcte des enchaînements réels par des transitions de bruit rose. De plus on annulait ainsi l'effet de proximité favorisant les enchaînements dont la 2e séquence était très faible, si l'on se contentait de faire suivre ces enchaînements de la séquence repère.





Après quelques essais préparatoires, il est apparu possible de considérer les échelles comme continues, et de placer de manière très précise la transition de modulations réelles sur l'échelle de bruit. La reproductibilité, testée sur le public de référence, s'est avérée excellente et sans problème

Le niveau sonore d'ensemble de la séquence repère était réglé pour qu'il n'en résulte pas de fatigue auditive, se traduisant par un retard accru et une incertitude des réactions du sujet (P.Grognot, fatigue perstimulatoire 346).

La réalisation de ces essais a été remarquablement facile, les précautions prises se révélant superflues pour un grand nombre des sujets. La répétition elle-même de la séquence repère était souvent inutile.

Au cours d'échanges de vue destinés à préciser les conditions dans lesquelles réagissaient les observateurs, on a mis en évidence la notion de volume sonore. Cette notion est souvent abusivement assimilée à un niveau conventionnel d'intensité subjective mesuré par le VUmètre (347); le volume sonore caractérise non seulement la force sonore mais l'occupation de l'espace subjectif, (6e) d'où précisément son appellation. L'opération demandée consistait à comparer des couples de 2 volumes sonores différents, les "volumes" de bruit rose étant subjectivement beaucoup plus proches du "niveau" que les volumes de modulations réelles.

Ce cas particulier d'une correspondance de perceptions complexes avec des processus physiques simples, dont la possibilité a déjà été notée par P.Schaeffer (5c), est ici particulièrement net. Non seulement les observateurs font correspondre très aisément des modulations hétérogènes complexes à des transitions de bruit, mais ils ont conscience de la différence de nature entre volume et niveau, la dissociation étant beaucoup plus apparente pour les modulations.

Dépouillement des résultats .

En reprenant les questionnaires complétés par les sujets, on fait correspondre aux 7 transitions $M_1M'_2$,... et aux 5 ΔL nominaux (+8, +4, 0, -4, -8 dB, voir principe des essais du chapitre précédent), 35 nombres variant de -2 à +2.

	↓ ΔL	$M_1M'_2$	$C_1C'_2$	$P_1M'_2$	-----
(+2)	+8				
(+1)	+4		x_{ij}		
0	0				
(-1)	-4				
(-2)	-8				

D'où des tableaux partiels à 5 lignes et 7 colonnes dont les éléments sont les "cotes" choisies sur les échelles de bruit rose, multipliées par 10 pour obtenir des nombres allant de -20 à +20.

On a effectué les moyennes sur les mêmes ensembles repérés par (λ, μ) que pour les essais avec bruit dans $\Delta\theta$ (voir chapitre I4, plan d'expériences). Les calculs complémentaires devaient consister en une comparaison de l'ordre des x_{ij} (i constant) avec l'ordre des ΔL, au moyen des coefficients W de Kenndall. La concordance étant parfaite, sauf pour I% des cas (avec W = 0,9), l'emploi de l'ordinateur s'est montré superflu.

Nous allons maintenant examiner l'allure des échelles réelles (x_{ij} , i constant), en fonction des paramètres extérieurs et des modulations.

ETUDE DES MOYENNES

Les tableaux 7I à 73 présentent les cotes entre -20 et 20 attribuées aux différentes transitions, sur l'échelle de bruit rose, pour des moyennes effectuées sur différents groupements (λ, μ) ainsi que celle de tous les résultats individuels. Sur ces tableaux, on porte en ordonnées les ΔL nominaux, repérés par -2, -I, 0, I,2; il ne peut y avoir de confusion avec les notations utilisées pour le bruit rose, carcelles-ci n'ont servi que pour les feuilles de réponse et tout le dépouillement utilise une échelle continue de -20 à +20.

Les tableaux 74 à 76 font apparaître les différences $x_{ij} - x_{i-1,j}$ entre les cotes successives attribuées à chaque enchaînement pour deux ΔL voisins.

Les planches 77 à 79 constituent une représentation graphique des tableaux précédents, plus suggestive, quoique moins précise, intéressante cependant pour apprécier l'influence de la dispersion. Celle-ci est, en effet, assez souvent importante (de 0,5 à I0 avec groupement au voisinage de 6).

Mais les graphiques présentent une bonne cohérence d'ensemble qui permet d'accorder confiance aux considérations sur les moyennes.

Bien que nous ayions effectué l'analyse détaillée de ces tableaux, nous ne mentionnerons ci-après, pour résumer, que les résultats les plus utiles.

Observations sur les tableaux de valeurs réelles (tabl.7I, 72, 73)

L'application des ench. de modulations sur les ench. de bruit rose est monotone croissante, à quelques très rares exceptions.

Comparaison (A, Eco) M S, Qu Or, Sou Rel (tabl.7I)

Peu de différence appréciable.

L'infl. des modulations est très nette et l'amplitude de la

transition de bruit (d'aspect subjectif variable avec le niveau) étant un repère, on peut dire que la dénivellation subjective varie avec la modulation. Cette infl. n'est pas liée directement au T D et au T S.

Comparaisons (A, Eco) f. m. F et (Com. Red) f. m. F (tabl.72)

Remarques tout à fait analogues concernant les modulations.

Pas de distinction d'ensemble apparente entre les résultats pour II4 et A, Eco, ou Com et Red.

Comparaisons (M,S) f. m. F (tabl.73)

Influence très nette des modulations, assez nette du niveau et du relief.

Comparaisons en moyenne générale (tabl.73)

L'amplitude globale entre les cotes correspondant au ΔL max. et min. permet de montrer l'infl. très sensible des modulations.

	$M_1 M'_2$	$C_1 C'_2$	$P_1 M'_2$	$M_1 P'_1$	$P_2 C'_2$	$C_1 P'_2$	$P_3 P'_3$
ampl.	27,I	I6,8	25,8	24,2	23,6	I5,5	27,I

Nous avons calculé les tableaux de différences car, au total, les valeurs réelles ne permettent pas une interprétation facile.

Observations sur les tableaux de différences (tabl. 74, 75, 76)

Les échelons sont toujours inégaux, mais leur variation relative semble aléatoire. Or l'amplitude globale est remarquablement stable; on ne voit pas de raison pour que la définition des échelons eux-mêmes soit plus incertaine aux niveaux intermédiaires et l'on peut valablement penser que cette diversité du découpage de l'échelle selon la case de l'espace des paramètres n'est pas due au hasard mais à une influence très complexe des facteurs.

Comparaisons (A, Eco) M-S, Qu-Or, Sou-Rel (tabl.74)

Différences entre M et S dans (A) plus analogue à la différence entre Sou et Rel qu'entre Qu et Or pour certaines modulations; conclusion inverse pour d'autres. La différence de qualité entre mono et stéréo serait souvent assez proche de la différence de perception due à une attention ± soutenue, l'attention permettant de "fouiller" plus avant dans l'espace subjectif et la stéréophonie facilitant cette opération.

Influence très importante des modulations.

Comparaisons (A, Eco) f. m. F. (tabl.75)

Amplitude globale plus forte aux forts niveaux (m-m), moins forte dans certains cas; influence très nette des modulations.

Amplitude légèrement plus forte à F dans Eco, dénotant une "présence" supérieure des sons forts dans une petite salle, se traduisant par une "saturation".

Comparaisons II4 (Com, Red) f. m. F. (tabl. 75)

Mêmes variations des amplitudes avec le niveau un peu atténuées.

Amplitudes très comparables avec Com et Red.

Comparaison avec le bruit rose reste valable lorsque la bande passante est atténuée.

Comparaisons (A + Eco) (M, S) Qu Sou Com f m F (tabl.76)

Sauf pour l'ench. p-p, en stéréo, l'amplitude est $>$ à F; c'est souvent le contraire en mono. Donc influence marquée du relief sonore.

Moyenne générale (tabl.76) influence très importante des modulations, la répartition des échelons intermédiaires est surtout variable.

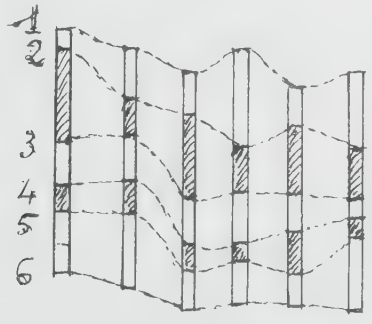
L'amplitude globale subjective est sans rapport avec l'indice dynamique des modulations; elle représente une différence de déséquilibre esthétique.

Observations sur les représentations graphiques (planches 77, 78, 79)

Certaines modulations ($C_1C'_2$ et $C_1P'_2$) apparaissent au-dessus du zéro (donc présentent des déséquilibres jugés positifs, même si le niveau de la 2e séquence a été réglé au-dessous du niveau de la Ie). Pour les autres transitions, l'amplitude est bien répartie de part et d'autre du zéro, avec un excès de valeurs positives. Le "centrage" de la séquence-repère d'échelons de bruit, réalisé dans les conditions étalon, ne correspond pas exactement à celui de l'ensemble des sujets (il en est très proche pour $M_1M'_2$ et $P_3P'_3$).

Grandeur relative des intervalles très variable; les inversions d'échelons sont très rares et apparaissent pour la plupart dans le regroupement M - S (pl. 79).

La variation de l'extrémité des intervalles est très faible pour les extrêmes, et maximales pour les échelons intermédiaires. Nous appellerons "enveloppe" la courbe décrite par les 6 points correspondants à un même intervalle pour les graphiques concernant chaque modulation.



La cohérence de ces courbes est le plus souvent frappante, malgré la dispersion notable des résultats; celle-ci n'est pas liée au parallélisme des enveloppes et peut être moins grande aux endroits où ces courbes se rapprochent brusquement (intervalle perçu plus petit dans les conditions particulières correspondantes).

Comparaisons (A, Eco) M-S, Qu-Or, Sou-Rel (pl. 77)

Dissymétrie par rapport au zéro du même ordre dans A ou dans Eco.

L'enveloppe 1 varie plus vite ($M_1M'_2$, $P_1M'_2$ ...) ou plus lentement ($C_1C'_2$, $M_1P'_1$ ...) dans Eco que dans A.

Grande différence pour $M_1M'_2$ et $C_1C'_2$, mais surtout pour $P_2C'_2$ et $C_1P'_2$, faisant apparaître la dissymétrie des ench. de type p - c et c - p.

Effet de salle évident sur $P_2C'_2$, très peu sur $C_1P'_2$ (dissymétrie)

L'étude des "substitutions" (m m → p m, etc...) ne fait pas apparaître d'effets systématiques. Toutefois c c → c p n'apporte pas une modification sensible de l'amplitude, alors que c c → p c l'accroît énormément (valeurs de G, I, D, S très analogues pour P_2 et P'_2).

Comparaisons (A, Eco) et II4 (Com, Red) f. m. F. (pl.78).

Dissymétrie par rapport au zéro du même ordre dans les 3 salles pas d'influence systématique sur l'amplitude globale.

L'ensemble des échelles (surtout la limite superieure) se déplace vers le haut quand on passe de f à F, dans la plupart des cas.

Les enveloppes I et S sont souvent concordantes.

Les substitutions cc → cp et cc → pc conduisent à une dilatation dans le Ier cas et non dans le 2e (dissymétrie). Par contre, effet très semblable quand on passe de mm à pm ou à mp.

Pas d'effet systématique des TD et TS.

Comparaison (A + Eco) M, S, (Cu, Sou, Com) f. m. F. (pl.79)

Moins d'inversions (entre l'ordre des échelons théoriques et des échelons réels) en stéréophonie.

Dissymétrie par rapport au zéro plus grande en mono. Donc influence très nette du relief sonore.

Répartition très différente des intervalles en mono et en stéréo.

Moyenne générale (pl.79)

Une analyse fine a été effectuée en considérant les TD et les TS, en examinant particulièrement la position des extrémités de chaque échelle, les différences d'amplitude et la répartition des intervalles.

Principales observations :

- Le surplus d'aigus de C'_2 par rapport à P'_2 semblerait faciliter l'équilibre en utilisant plus d'information et moins de puissance sonore ce qui expliquerait le décalage vers le haut des échelles pour $C_2P'_2$.

- L'analogie des types spectraux n'explique pas l'amplitude supérieure de $P_3P'_3$.

- Les intervalles sont répartis beaucoup plus régulièrement dans l'ench. p-p, bien que l'écart entre TD et TS soit du même ordre. Il apparaît donc une distorsion d'échelle en passant de m à p qui ne peut provenir que de propriétés intrinsèques de la musique et de la parole.

- L'ench. $C_1C'_2$ est intermédiaire entre $M_1M'_2$ et $P_3P'_3$ (par la prééminence de l'intervalle > et la régularité des échelons).

Influence de la qualité de l'ouïe (tabl.80, pl 81)

L'effet sur l'ensemble des modulations du passage de normal N. perturbé P. est fort net.

Inversions d'échelons plus nombreuses dans le cas P. Notons que le nombre important d'inversions dans le cas N, observé sur un seul sujet, l'auteur du présent travail, est apparu malgré toute l'attention dont nous avons fait preuve en connaissance de cause. La difficulté d'une correspondance entre enchaînements réels et les transitions de bruit rose est donc grande, pour les observateurs considérés individuellement. Cela paraît tenir à la variabilité du critère choisi pour cette comparaison, échantillonnage psychique de l'enchaînement proposé. Cet effet disparaît à peu près complètement avec les expériences sur de multiples auditeurs, ce qui n'est pas le cas pour les essais d'appréciation du ΔL et constitue une différence importante.

De toutes façons, le passage de N à P est néfaste.

$N \rightarrow P \Rightarrow$ bouleversement des échelons

$N \rightarrow P$ conserve le caractère global des échelles pour chaque modulation.

Si $L \nearrow$, remontée d'ensemble des échelles, qui n'est pas affectée par la perturbation auditive.

VUE D' ENSEMBLE

Les échelles obtenues présentent une grande similitude d'ensemble, l'amplitude globale étant remarquablement stable pour une même modulation et même pour certaines modulations très différentes. Mais la répartition plus ou moins régulière des échelons, donc la structure des échelles reste le phénomène principal; les échelons intermédiaires sont souvent les plus grands, reflétant une précision plus grande des observations correspondant aux dénivellations d'importance moyenne ($\pm$ 4 dB). Leur variabilité est importante.

La distance subjective entre modulations significatives conserve donc son caractère complexe; elle dépend des sous-ensembles de paramètres que l'on considère. En présence d'échelles de bruit rose, les sujets transposent cette complexité, en s'attachant surtout au domaine qui leur est habituel : de légères "erreurs" d'enchaînement.

I) Influence du relief.

N'apparaît nettement que dans les comparaisons où le niveau est en évidence, ce qui se comprend car le gain d'intensité en audition binaurale dépend du niveau global. (34 c, 145 a) L'architecture de l'espace subjectif agit aussi, elle explique le caractère irrégulier de l'influence du relief en fonction du niveau.

La différence de qualité entre mono et stéréo s'apparenterait, plus qu'à l'appréciation qualitative des haut-parleurs, aux différences de perception lors d'une écoute plus ou moins soutenue.

2) Qualité des haut-parleurs

Influence souvent peu nette, moins que celle du relief.

3) L'attention

L'influence de l'attention, équivalente à celle du relief, est différente suivant la salle.

4) Influence de la bande passante.

La bande passante possède une influence faible dans l'ensemble. Suivant les cas, amplitudes globales plus grandes ou plus petites. D'après K. Nordenstreng (348) l'impression de puissance sonore dépendrait particulièrement des sons graves ou aigus, à l'exclusion des fréquences moyennes; la petitesse des effets obtenus ici par amputation des fréquences supérieures montre que la perception d'un enchaînement ne se résume pas en celle d'une différence de niveau. Une telle conclusion est confirmée par l'élimination des graves réalisée en diminuant la qualité des haut-parleurs, opération donnant elle aussi une action faible.

5) Niveau sonore global.

Influence nette, moins variable, se traduisant par une anamorphose qui affecte surtout les échelons intermédiaires.

Ascension de la limite supérieure au niveau fort, mais l'amplitude globale n'est pas touchée systématiquement.

6) Influence des modulations.

Cette influence est très nette; n'est pas liée à TD ou à TS directement; ni d'ailleurs au type artistique (genre), des enchaînements très différents comme M_1 M'_1 et P_3 P'_3 se révélant très analogues.

Il est patent que le critère musique-parole, si souvent mentionné dans la littérature technique de vulgarisation n'est pas susceptible de classer convenablement les enchaînements. Ceci est probablement lié à une relation profonde entre la musique et la parole, que J. Chailley a mis en évidence (349) et confirmée indirectement par Nordenstreng : la musique et la parole ne sont pas séparées sur des échelles psychologiques de type aigre-doux, puissant-faible (348).

7) dissymétrie.

Les transitions p-c et c-p se comportent de manière nettement différente (amplitude et aspect des échelles). Il est probable que la deuxième séquence se comporte autrement que la première, en raison de l'effet d'ordre, que l'on peut rattacher à un effet de fatigue ou au moins de non-intérêt en fin de I, comparé à l'accroissement de sensibilité de l'oreille dès l'apparition de la séquence II (246).

8) qualité de l'ouïe.

Influence très appréciable, mais il n'y a pas détérioration évidente de la fonction "écoute". La perception esthétique paraît s'accomoder d'une ouïe déficiente en s'y adaptant.

En résumé, comme l'a fort bien exprimé Ilmonen (353), en considérant seulement l'équilibre parole-musique, c'est vers l'auditeur que l'on doit rechercher la solution du problème des enchaînements et non dans le studio.

Influence de la qualité de l'ouïe (tabl.80, pl 8I)

L'effet sur l'ensemble des modulations du passage de normal N. perturbé P. est fort net.

Inversions d'échelons plus nombreuses dans le cas P. Notons que le nombre important d'inversions dans le cas N, observé sur un seul sujet, l'auteur du présent travail, est apparu malgré toute l'attention dont nous avons fait preuve en connaissance de cause. La difficulté d'une correspondance entre enchaînements réels et les transitions de bruit rose est donc grande, pour les observateurs considérés individuellement. Cela paraît tenir à la variabilité du critère choisi pour cette comparaison, échantillonnage psychique de l'enchaînement proposé. Cet effet disparaît à peu pres completement avec les expériences sur de multiples auditeurs, ce qui n'est pas le cas pour les essais d'appréciation du ΔL et constitue une différence importante.

De toutes façons, le passage de N à P est néfaste.

N → P ⇒ bouleversement des échelons

N → P conserve le caractere global des échelles pour chaque modulation.

Si L ↗ , remontée d'ensemble des échelles, qui n'est pas affectée par la perturbation auditive.

VUE D' ENSEMBLE

Les échelles obtenues présentent une grande similitude d'ensemble, l'amplitude globale étant remarquablement stable pour une même modulation et même pour certaines modulations tres différentes. Mais la répartition plus ou moins réguliere des échelons, donc la structure des échelles reste le phénomène principal; les échelons intermédiaires sont souvent les plus grands, reflétant une précision plus grande des observations correspondant aux dénivellations d'importance moyenne ($\pm$ 4 dB). Leur variabilité est importante.

La distance subjective entre modulations significatives conserve donc son caractère complexe; elle dépend des sous-ensembles de paramètres que l'on considère. En présence d'échelles de bruit rose, les sujets transposent cette complexité, en s'attachant surtout au domaine qui leur est habituel : de légères "erreurs" d'enchaînement.

I) Influence du relief.

N'apparaît nettement que dans les comparaisons où le niveau est en évidence, ce qui se comprend car le gain d'intensité en audition binaurale dépend du niveau global. (34a, 145a) L'architecture de l'espace subjectif agit aussi, elle explique le caractère irrégulier de l'influence du relief en fonction du niveau.

La différence de qualité entre mono et stéréo s'apparenterait, plus qu'à l'appréciation qualitative des haut-parleurs, aux différences de perception lors d'une écoute plus ou moins soutenue.

2) Qualité des haut-parleurs

Influence souvent peu nette, moins que celle du relief.

3) L'attention

L'influence de l'attention, équivalente à celle du relief, est différente suivant la salle.

4) Influence de la bande passante.

La bande passante possède une influence faible dans l'ensemble. Suivant les cas, amplitudes globales plus grandes ou plus petites. D'après K. Nordenstreng (348) l'impression de puissance sonore dépendrait particulièrement des sons graves ou aigus, à l'exclusion des fréquences moyennes; la petitesse des effets obtenus ici par amputation des fréquences supérieures montre que la perception d'un enchaînement ne se résume pas en celle d'une différence de niveau. Une telle conclusion est confirmée par l'élimination des graves réalisée en diminuant la qualité des haut-parleurs, opération donnant elle aussi une action faible.

5) Niveau sonore global.

Influence nette, moins variable, se traduisant par une anamorphose qui affecte surtout les échelons intermédiaires.

Ascension de la limite supérieure au niveau fort, mais l'amplitude globale n'est pas touchée systématiquement.

6) Influence des modulations.

Cette influence est très nette; n'est pas liée à TD ou à TS directement; ni d'ailleurs au type artistique (genre), des enchaînements très différents comme M_1 M'_2 et P_3 P'_3 se révélant très analogues.

Il est patent que le critère musique-parole, si souvent mentionné dans la littérature technique de vulgarisation n'est pas susceptible de classer convenablement les enchaînements. Ceci est probablement lié à une relation profonde entre la musique et la parole, que J. Chailley a mis en évidence (349) et confirmée indirectement par Nordenstreng : la musique et la parole ne sont pas séparées sur des échelles psychologiques de type aigre-doux, puissant-faible (348).

7) dissymétrie.

Les transitions p-c et c-p se comportent de manière nettement différente (amplitude et aspect des échelles). Il est probable que la deuxième séquence se comporte autrement que la première, en raison de l'effet d'ordre, que l'on peut rattacher à un effet de fatigue ou du moins de non-intérêt en fin de I, comparé à l'accroissement de sensibilité de l'oreille dès l'apparition de la séquence II (248a).

8) qualité de l'ouïe.

Influence très appréciable, mais il n'y a pas détérioration évidente de la fonction "écoute". La perception esthétique paraît s'accomoder d'une ouïe déficiente en s'y adaptant.

En résumé, comme l'a fort bien exprimé Ilmonen (333a), en considérant seulement l'équilibre parole-musique, c'est vers l'auditeur que l'on doit rechercher la solution du problème des enchaînements et non dans le studio.

Ainsi, l'équivalence recherchée entre les transitions de modulations réelles et les échelles de bruit rose s'est révélée possible, mais dépend beaucoup des facteurs. On peut répéter, considérant l'espace des paramètres, les remarques générales faites au précédent chapitre et concernant la variabilité des résultats. Avec toutefois une nuance, l'ensemble présente un caractère plus objectif, dès que l'on considère les moyennes et non les observateurs isolés : on peut noter une constance relative des extrémités de l'échelle, la variabilité étant surtout le fait des échelons intermédiaires. On peut rattacher la perception des enchaînements à un repère subjectif commun élaboré à partir de bruit rose, et ce procédé estompe une partie de la complexité de l'écoute.

Il subsiste la possibilité de variations instantanées du comportement des observateurs qui sont grandes et dépendent avant toute chose des sous-ensembles "appréhendés" dans la structure sonore. Mais en moyenne les résultats correspondent à une faible variation subjective des impressions de niveau, repérées sur cette échelle "quasi-objective"; cette observation, qui ne confirme pas certains travaux antérieurs trop parcellaires (350), corrobore celle du chapitre précédent, que nous pouvons résumer ainsi :

- l'influence des paramètres sur les lois régissant la perception des enchaînements se traduit par des variations de niveau ΔL qui peuvent être importantes pour des observateurs isolés, mais sont faibles dans l'ensemble.

  Le phénomène réellement important est la variation toujours extrêmement nette, intervenant sur la forme des graphiques qui expriment les résultats pour divers ensembles de parametres.

  Il en découle un enseignement pratique : la prise de son doit être effectuée en s'aidant d'une écoute réalisée dans des conditions identiques à celles des auditeurs, du moins pour les raccords entre séquences différentes. Pour les modulations homogènes, un contrôle de la plus haute qualité possible reste, bien entendu, indispensable : c'est pour les interprètes et le metteur en ondes, le gage d'une interprétation sans défaillance.

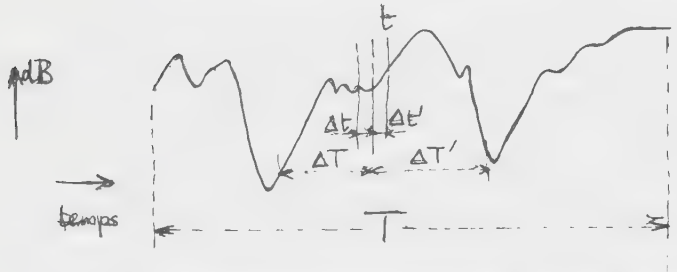
  Par contre, l'utilisation, pour les enchaînements, de VUmètres étalonnés au moyen de bruit rose -"loudness unit", LUmètre (351) - n'apporterait certainement aucune amélioration. La perception esthétique des modulations hétérogènes est d'une complexité bien supérieure à celle d'une différence de niveau d'intensité sonore.

I6 - LA DYNAMIQUE

ECHELONS DE DISTANCE

Les trois chapitres qui vont suivre constituent en quelque sorte le couronnement du présent travail. On se propose d'étudier avec quelque détail les données psychophysiques de la dynamique sonore, c'est-à-dire d'un concept lié directement à la régulation du niveau sonore.

Ce problème vient d'être abordé à propos des enchaînements, c'est-à-dire des modulations hétérogènes, qui, malgré les apparences ne constituent qu'un cas particulier des modulations homogènes. En effet, d'une part, comme nous l'avons dit, la perception d'un enchaînement se veut celle d'un tout, et d'autre part, on peut considérer une modulation homogène comme une suite d'enchaînements très petits. Et ceci n'est pas simple vue de l'esprit, mais répond bien au comportement du metteur en ondes. A chaque instant, il doit corriger le niveau pendant $\Delta t'$ en fonction du niveau pendant Δt; ces durées, imputables au temps d'intégration minimal de l'oreille et au temps de réaction de l'opérateur, ne dépassent pas une fraction de seconde.



Les réactions d'un auditeur font aussi intervenir des temps d'intégration à court terme Δt et $\Delta t'$, sensiblement plus longs, comme le laissent prévoir les essais du chapitre 5, et que l'on peut estimer à I ou 2 secondes.

La pratique de la régulation du niveau effectuée par le preneur de son, ou de la régulation potentielle désirée par l'observateur, met surtout en évidence, il faut bien le dire, les temps d'intégration à "moyen terme" ΔT et $\Delta T'$ (I0 à 20 secondes), réalisant déjà une synthèse élaborée à partir des enchaînements élémentaires perçus ou prévisibles. Ceci dans le cadre d'un temps d'intégration à long terme T, atteignant et dépassant la minute.

Le problème est d'étendre à l'écoute artistique l'étude concernant les propriétés subjectives des bruits, qui dépendent de leur contexte acoustique et du caractère plus ou moins prévisible (352).

Nous aborderons successivement :

- la perception globale de la différence entre 2 régulations apportées à la dynamique d'une même modulation. C'est l'objet du présent chapitre.

- les caractéristiques "locales" de la régulation, autour d'un instant t, bien déterminé, pendant la durée $\Delta T + \Delta T'$ (environ 20 secondes), en considérant ce qui passe le plus près possible de t.

- les propriétés "globales", c'est-à-dire l'étude du réglage de la dynamique pendant le temps T (nous avons retenu, d'après les essais du chapitre 11, une durée de 40 secondes, déjà valable pour l'écoute à long terme, mais aussi courte que possible pour que le plan d'expériences soit réalisable).

Les essais que nous allons maintenant décrire se proposent de rechercher les caractéristiques psychophysiques de la distance entre régulations différentes d'une même modulation.

Principe :

La "dynamique" de chaque modulation avait subi 5 traitements différents (2 extensions, I réglage étalon, 2 compressions), notés respectivement :

- 2, - I, 0, I, 2

Le réglage zéro correspondait à une modification de la modulation initiale destinée à permettre ultérieurement une extension ou une compression facilement appréciables et conservant aux oeuvres leur caractère artistique.

La compression ou l'extension atteignaient environ 4 dB pour le degré I et 8 dB pour le degré 2; en fait ces valeurs étaient ajustées selon le jugement du public de référence, pour obtenir un degré de modification nettement appréciable et très important.

Les essais portaient sur la comparaison de l'impression de dynamique, dans le cas du réglage 0 et des réglages ± I, ± 2. On demandait aux auditeurs d'indiquer par une croix sur l'échelle ci-dessous, l'enroit paraissant correspondre le mieux au couple de modulations qui lui était présenté.

absence totale d'équivalence
absence presque complète d'équivalence
différence sensible
équivalence réalisée en pratique
équivalence absolue

Cette échelle était continue, les échelons constituant simplement des repères. Comme pour les essais du chapitre I5, les échelons extrêmes encadraient nettement toutes les sensations prévisibles.

Seule l'évolution de l'intensité sonore en fonction du temps devait entrer en ligne de compte, sans s'attacher aux seuls niveaux maxima ou minima, en négligeant toute autre perception. Ceci pour éviter que des sujets amateurs de "haute fidélité" ne transposent leurs préjugés dans cette expérience.

La comparaison devait porter sur la totalité des deux séquences; celles-ci étaient groupées par doublets, leur durée étant la même.

L'étude a porté sur 3 durées différentes (5, 15, 40 secondes), correspondant aux conditions d'une écoute à moyen terme et à long terme. La durée de 5 secondes devait permettre de se rapprocher d'une écoute à court terme; on ne pouvait, sans dénaturer l'oeuvre, présenter des extraits plus succincts.

Plan d'expériences

Il est identique à celui des essais précédents (voir chapitre I4), en ce qui concerne les paramètres extérieurs

20 modulations étaient utilisées (A, B ...T), dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 82. Seules les IO dernières (K, L ...T) furent présentées au studio II4.

Rappel du plan expérimental

20 modulations

Pour les 20 modulations

M	Qu	Sou	Com	A	f
S	Or	Rel		Eco	m
					F

2 sujets x 2 x 2 x 2 x 2 x 3 = 96 sujets

Pour les IO dernières modulations

S	Qu	Sou	Com	II4	f
			Red		m
					F

5 sujets x 2 x 3 = 30 sujets

Essais au studio II4 pour l'ouïe N ou P, avec un seul sujet

3 niveaux sonores moyens :

f	m	F	
55	70	85	dB (pondération A)

3 durées

5	I5	40	s

Rappel du plan destiné à l'étude statistique :

Domaine λ	Paramètres utiles μ
A Eco	M, Qu, Sou, S, Or, Rel, f, m, F,
(II4, Com)	f. m. F.
(II4, Red)	f. m. F.
A + Eco, M, Qu, Sou, Com	f. m. F.
A + Eco, S, Qu, Sou, Com	f. m. F.
MOY GENE	tous les cas

On somme sur les domaines λ pour tous les paramètres autres que μ et pour chaque modulation.

Réalisation :

L'emplacement des auditeurs a fait, dans les études sur la dynamique proprement dite, l'objet de précautions encore plus grandes que lors de nos essais antérieurs.

Les spécialistes d'acoustique des salles connaissent bien, en effet (353), les variations souvent importantes du champ sonore en deux positions de mesure voisines, qui se traduisent par des impressions fort différentes à l'écoute. K. von Fieandt a mis l'accent sur l'influence de l'éloignement des haut-parleurs dans la reconstitution par l'oreille du niveau sonore perçu (354). L'orientation de la tête et particulièrement celle du pavillon est aussi très importante (355) pour la perception de la direction. Celle-ci par contre n'influerait que peu sur l'estimation de la distance (356) ; comme le timbre joue un grand rôle dans les deux classes de perceptions, on peut cependant admettre qu'elles présentent une certaine corrélation. Enfin, l'indice de diffusion facteur important de la qualité des salles (357) varie rapidement d'un point d'écoute au point voisin, du moins dans les salles existantes.

Cet ensemble de résultats laissait prévoir, pour nos essais, consistant en des approches très fines de la réalité sonore, la nécessité impérieuse de fixer l'emplacement des sujets, leur attitude, l'orientation de la tête. C'est ce qui a été fait, en excluant toute contrainte, mais en veillant constamment à ce que cette condition, à notre sens fondamentale pour la fiabilité des résultats, soit respectée. Nous avons obtenu une collaboration très efficace des observateurs dont nous disposions.

Le traitement acoustique des locaux, parfois ajustable, la position des meubles ou tentures divers était maintenue invariable; l'éclairage était lui-même rétabli, pour chaque essai, avec le même réglage pour éliminer toute variation d'ambiance.

Le déroulement des essais, comportant des explications complètes au début et des échanges de vue avec les sujets en fin de séance, a mis en relief des données importantes:

- la dynamique est perçue comme l'impact subjectif d'une modulation, qui dépend évidemment de l'écart des niveaux extrêmes, mais aussi de l'évolution temporelle du niveau sonore instantané.

- Le processus conduisant au choix d'un point sur l'échelle de distance consiste d'abord en hésitations, fruit d'une régulation psychophysique ne durant que quelques secondes; il présente des propriétés autofixatrices (360), c'est-à-dire que l'évolution tend rapidement vers un état terminal, la décision de tracer une croix à un emplacement précis. C'est un phénomène analogue à celui de la perception des hauteurs (358), qui pour être fort nette dans le cas de sons musicaux, devient rapidement très floue pour des sons plus complexes, au moins autant que pour l'évaluation des variations de dynamique.

- les présentations à dynamique réduite donnent une impression de contrainte, qui est souvent ressentie à un degré moindre pour des dynamiques dilatées, objectivement très grandes. Cela confirme les essais préliminaires et notre expérience personnelle. Dans toute prise de son, fût-elle de qualité exceptionnelle, l'indigence des procédés de reproduction comparés à l'émission "naturelle" donne une impression d'insatisfaction, de même nature qu'un "écrasement" de la dynamique. De là découle le repérage que nous avons choisi pour les différents degrés d'extension ou de compression (-2, -I, 0, I, 2),

défini en fonction de la contrainte et non d'une dynamique "idéale" qui ne correspond pas aux conditions de l'écoute après enregistrement. Le "0" est un enregistrement "normalement" comprimé

- l'auditoire a résisté remarquablement à la fatigue due tant à des observations consciencieuses qu'à l'écoute elle-même; pour rendre aussi homogène que possible l'effet de ce paramètre, chaque séance était subdivisée en 6 parties, présentées à chaque fois dans un ordre différent. Cependant l'écoute à niveau moyen (réglage nominal de 70 dB) était de beaucoup préférée, confirmant les essais de Stevens (359), ainsi que le choix d'un niveau normalisé d'écoute pour la parole (360).

- le choix du procédé destiné à relâcher l'attention (chapitre I) n'a donné lieu à aucune critique; même pour ces observations délicates, il était possible d'effectuer en même temps le travail annexe demandé et de choisir un échelon de distance, l'attention étant répartie entre ces deux tâches.

Dépouillement.

Il comportait, selon le procédé habituel, un décodage des feuilles de réponse, un classement rationnel des résultats s'exprimant par des nombres variant entre 0 et 5, les moyennes étant effectuées sur les sous-ensembles (λ, μ).

Un plan complémentaire de calculs statistiques a été exécuté avec l'aide d'une calculatrice IBM 1130.

ETUDE DES MOYENNES

Observations générales :

Une bonne précision est obtenue sur les moyennes, les écarts-types étant très faibles (souvent 0,2 ou 0,3 rarement plus de 1).

A titre indicatif la répartition des σ est la suivante, pour la moyenne générale :

σ ↓ Δt →	5s	15s	45s
0,1	4 %	1	8
0,2	6	2	2
0,3	4	0	2
0,4	8	2	2
0,5	14	10	18
0,6	14	14	10
0,7	12	22	18
0,8	13	20	10
0,9	18	10	12
1,0	2	6	10
1,0	7	13	8

On voit que la durée n'influe pas sur la précision avec laquel le est déterminée la distance, la répartition ne dépendant pas de Δt.

L'ensemble des essais concerne les 3 durées de 5, 15 et 40 secondes et c'est à partir de tous les résultats que nous avons effectué les calculs statistiques qui seront exposés plus loin.

Mais dans cette étude portant sur les moyennes, nous avons dû nous borner, en raison du volume des résultats numériques, à la durée de 15 secondes, sauf pour la moyenne de tous les cas et les essais du studio 114.

Pour en faciliter la lecture, nous ne donnerons que les grandes lignes de l'analyse effectuée sur les moyennes.

Observations générales sur l'influence de la durée

Ces remarques concernent l'ensemble des résultats, qui, en raison de leur encombrement, n'ont pas été présentés sous forme de tableaux.

1) Tendance_générale : la distance estimée pour la durée de 40s est un peu plus importante.

2) Tendance assez affirmée pour que $d_5 < d_{15} < d_{40}$, beaucoup moins nette que la précédente.
Remarque valable pour (A, Eco) (M, S) (Qu, Or) (Sou, Rel), plus nette pour le niveau m, peu valable pour l'écoute de qualité réalisée au studio 114, Com ou Red.

3) d_5 _est_de_l'ordre_de_grandeur_de_ d_{15}.
Par conséquent, la distance entre deux réglages de la dynamique s'accroît avec le temps, mais elle est acquise pour l'essentiel après 5 secondes d'écoute : toute modification de la dynamique perturbe donc le caractère de l'oeuvre après quelques secondes.

4) Cas de la MOYENNE GENERALE (tabl.83).
L'affirmation de ce caractère dynamique est souvent peu nette pour la comparaison des faibles corrections de réglage (" $\Delta\bar{l}_d$ "), plus nette ou non (suivant les modulations) pour les dilatations ou les compressions.

Les modulations ne montrent aucune influence systématique; celles dont les TS_5 , TS_{15} , TS_{40} sont différents (modul. G) ou presque semblables (modul. H) présentent, pour le degré d'influence du Δt, des tableaux analogues.

En résumé, l'action de la durée n'est pas liée directement aux types G, D, S.

Tout ce qui suit ne concerne que la durée médiane de 15 secondes, l'étude concernant Δt étant traitée statistiquement dans les "calculs complémentaires".

Observations sur (A, Eco), M-S, Qu-Or, Sou-Rel. (tabl.84)

1) Quand M → S, d ↘ le plus souvent, mais il y a de nombreuses exceptions.

2) Pour certaines modulations, Qu → Or → d ↘ . Observations analogues quand Sou → Rel., exceptions nombreuses et régles souvent inverses quand on passe du local A au local Eco.

Donc influence très nette du local.

3) L'ordre de grandeur des distances est conservé dans A, Eco, M, S, Qu, Or, Sou, Rel.

4) Il_n'y_a_pas_de_distance_"zéro". Ceci bien que 1/5 des modulations couplées soient strictement identiques, à l'ordre près. Cet-

te identité dynamique correspond effectivement à un minimum de distance, mais il varie entre I et 2, ne différant que peu des deux échelons de réglage -I et +I ; cela correspond à une différence assez nette quoique non catégorique.

Les différences objectives de dynamique entre les séquences à comparer étant résumées par ΔI_d , l'effet d'ordre est seul apparent pour $\Delta I_d = 0$

5) Pour les réglages extrêmes -2 et +2, d atteint en général des valeurs plus élevées pour les expansions que pour les compressions ($d_- > d_+$). Ceci paraît bien correspondre à une tendance de la perception : l'appréciation est plus facile, plus ample, plus "libre" lorsque la contrainte s'efface.

6) infl. des modulations.

- L'aspect global des tableaux partiels est identique, mais nombreuses différences de détail, en particulier dans les substitutions M → S, Qu → Or, Sou → Rel.

- Certaines modulations paraissent mettre en évidence beaucoup moins que d'autres la compression ou l'expansion.

- Faible séparation entre ΔI_d conjoints (passage de -2 à -I, etc) dans les modulations parlées, plus nettes en musique. Cependant une analogie de genre n'implique pas du tout un comportement identique.

Donc effet très important des modulations, dû aux facteurs complexes du "caractère esthétique", ne se réduisant pas aux types G, D, S.

Observations sur (A, Eco) f. m. F. (tabl. 85)

- Pas de variation significative d'ensemble de d avec L.

- Effet d'ordre important.

- L'effet de salle apparaît presque systématique pour certaines modulations ($d_{Eco} < d_A$, à niveau faible).

- infl. du niveau d'ensemble L., pour chaque modulation, lois systématiques d_f, d_m, d_F pour des groupes de 2 ou 3 échelons de ΔI_d . Plus apparent pour les expansions. Influence apparente de L faible, les d un peu > à F.

- infl. des modulations : la richesse en aigus serait un facteur de séparation des échelons de ΔI_d (fournissant donc des distances nettement différentes). Exemple : P, R peu, J beaucoup d'aigus)

L'infl. des modulations est bien supérieure à celle des autres facteurs.

Observations sur (II4) (Com, Red) f. m. F; (tabl.86)

- Dans l'ensemble, d ↗ avec Δt

- le plus souvent d plus faible à fort niveau; l'écoute en grande salle, à faible niveau, conviendrait mieux à la rectification de la dynamique, cet effet est surtout valable pour Δt long, mais varie selon les modulations.

- infl. de la bande passante. Les distances sont souvent plus faibles avec la bande réduite, un peu moins net pour l'expansion maximale -2

Donc, tendance à l'"écrasement" de la dynamique avec la bande réduite, mais cet effet dépend de manière complexe, du niveau global

d'écoute et surtout des modulations.

La variation de d avec Δt est dans l'ensemble analogue pour la bande large et la bande réduite; cependant nombreuses modifications de détail quand n passe de Com à Red.

Observations sur (A, Eco) M, S, S. Qu, Sou Com. (tabl.87)

- variation très nette de la distance avec le niveau L
- aux faibles niveaux, très souvent M → S ⇒ d ↘ (cet effet est encore plus net pour la durée de 40s.).

L'effet d'ambiance apporté par la stéréophonie tendrait à niveller les variations de dynamique apparente; l'impact subjectif serait dû pour partie à l'ampleur de la scène sonore, sensible quel que soit I_d.

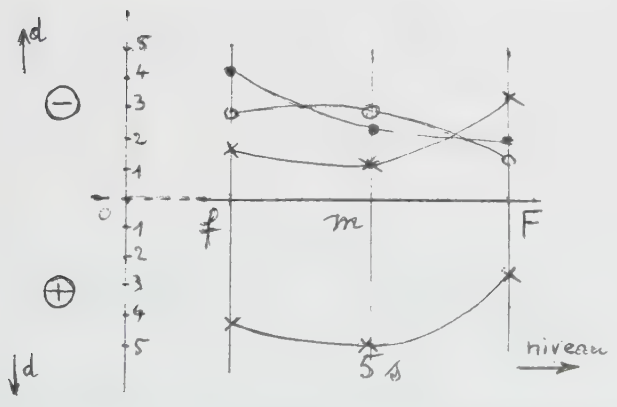
- Effet d'ordre important, différent en mono et stéréo, > ou < selon les modulations (≠ C, K)
- Infl. du relief : se manifeste dans de nombreux cas particuliers, fonction des modulations et du niveau; on ne peut déduire de ces essais que pour l'appréciation de la dynamique, M soit préférable à S, ou inversement.

Influence de la qualité de l'ouïe (tabl.88,89; pl.90,91,92)

On observe entre l'ouïe normale et perturbée des différences systématiques pour des sous-ensembles de cas particuliers (exemples K, f, 5 secondes, etc...)

Les différences obtenues en comparant "normal" et "perturbé" ne sont pas plus grandes à niveau fort ou faible.

Le détail des lois dépend essentiellement des modulations; nous avons pour cela représenté graphiquement les résultats, pour chaque Δt (5, 15, 40s), pour chaque modulation (K, L, M, N,...S, T), dans le cas de l'ouïe normale ("n") et perturbée ("p").

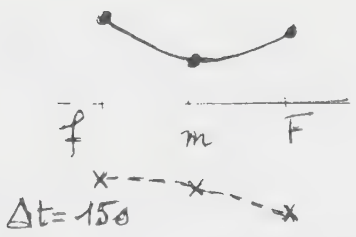


Par exemple, sur la planche 90, la modulation K est représentée par 3 groupes de diagrammes obtenus en portant en ordonnées les distances d, au-dessus de la droite f m F pour les expansions, au-dessous pour les dilatations.

Les points correspondants pour chaque niveau sont joints par une ligne qui ne constitue pas une interpolation, mais un simple moyen de visualisation.

Enfin pour différencier les résultats correspondant aux différents degrés nominaux de dilatation ou de compression, on a repéré les points expérimentaux par les figures suivantes :

o	correction nulle	x	correction -I, ou I	•	correction -2, ou 2



C'est ainsi que le croquis ci-contre permet de comparer, sur une durée de I5s, l'aspect subjectif du réglage de la dynamique, à 3 niveaux d'écoute différents pour une expansion maximale (avec ouïe normale) et une compression moyenne (avec ouïe perturbée).

Avec ces conventions, les planches 90, 9I et 92 renferment un nombre considérable de renseignements, que nous allons simplement résumer :

Modulations

K tendance au pincement de la dynamique à F, diff. très grande ouïe n → p, du même ordre pour tous les Δt.

L les écarts de d → à ↘ à F pour ouïe p, moins net pour Δt long.

M écarts de d moins grands à f pour ouïe p ($\Delta t = 5s$) confusion des d_+, ouïe p, dans une large bande de niveaux (pour $\Delta t = 40$).

N Réduction de l'amplitude à Δt_{40} pour l'ouïe p. Distinction nettement < de d_+ et d_- à Δt_{I5} et Δt_{40}.

O A Δt_{40}, forte expansion subjective à F, avec diminution très nette au niveau m, ceci étant un peu moins net avec l'ouïe p.

P "Pincement" d'ensemble à m, surtout net à Δt_5. Avec l'ouïe p, moins grande dispersion des distances.

Q Pincement à m, surtout pour Δt_5. Pour Δt_{40}, ouïe p, régions autour de m où les différences de dynamique sont + faiblement perçues.

La dynamique est donc subjectivement un peu plus importante aux niveaux extrêmes qu'au niveau moyen, et ceci est une tendance assez générale, surtout pour l'ouïe perturbée.

R Par contre ici pincement d'ensemble à F, d_+, surtout pour p

S Pincement à f, Δt_5, ou m, Δt_{40}, p

T L'amplitude de d est souvent plus importante à niveau faible, ouïe p, Δt_5

Moyennes

ouïe n
ouïe p
(tabl.92) Les valeurs de d se groupent dans des zones d'ordre 2 ("différence sensible"), quel que soit le ΔI_d, en particulier $\Delta I_d = 0$
L'effet d'ordre est en moyenne du même ordre de grandeur que les différences de dynamique les plus importantes.

La dynamique est un peu mieux perçue à niveau faible

pour $\Delta t = 5$, à niveau fort pour $\Delta t = 40$.

En moyenne, le comportement de l'écoute est presque indépendant de la qualité de l'ouïe.

CALCULS COMPLEMENTAIRES

A chaque modulation, on fait correspondre une valeur de ν ($\nu \in [1, \ldots 20]$) . λ et μ sont, comme précédemment le domaine et le paramètre utile. Les calculs ont été organisés pour mettre en évidence successivement : la fréquence des valeurs de la distance, l'influence de la durée, des modulations, du relief, de la qualité des haut-parleurs, du degré d'attention, du local d'écoute; la comparaison de l'influence de l'expansion ou de la compression a été finalement comparée.

Etude des fréquences - Répartition de d selon Δt.

Les fréquences ont été calculées pour chaque intervalle

$[0 - 0,5)$ $[0,5 - 1,0)$ etc... $[4,5 - 5,0)$

pour chaque modulation et chaque Δt, d'abord sur l'ensemble des feuilles de dépouillement élémentaire (tabl.93), puis sur l'ensemble des feuilles (λ, μ) portant sur les moyennes (tabl.94).

La même opération a été faite pour toutes les modulations, sur les tableaux de données élémentaires (pour chaque point expérimental) ou les moyennes (λ, μ), en séparant d'abord, puis groupant les 3 Δt.

D'où le tableau ci-dessous :

	Données élémentaires				Moyennes (λ, μ)			
	5s	15s	40s	tous Δt	5s	15s	40s	tous Δt
0 - 0,5	0,13	0,05	0,01	0,06	0,04	0,01	0,00	0,01
0,5 - 1	0,21	0,11	0,07	0,13	0,18	0,05	0,01	0,08
1 - 1,5	0,21	0,21	0,15	0,19	0,30	0,22	0,09	0,22
1,5 - 2	0,17	0,24	0,23	0,21	0,20	0,37	0,34	0,30
2 - 2,5	0,11	0,17	0,20	0,16	0,11	0,19	0,27	0,19
2,5 - 3	0,07	0,11	0,14	0,10	0,06	0,09	0,14	0,10
3 - 3,5	0,04	0,05	0,08	0,06	0,02	0,04	0,06	0,04
3,5 - 4	0,01	0,03	0,04	0,03	0,00	0,01	0,03	0,01
4 - 4,5	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
4,5 - 5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

On peut, dans la généralité des cas, résumer ainsi les propriétés des tableaux précédents.

I) Le mode est compris entre I et 2 :
équivalence réalisée en pratique $< d_M <$ différence sensible.

Mais proportion notable, suivant les modulations, de d atteignant les valeurs de 3 ou 4 caractérisant une différence très sensible.

Le mode augmente lorsque Δt croît. La différence entre les réglages de dynamique s'affirme quand la durée d'écoute augmente; cependant la fréquence modale est du même ordre, ainsi que l'étalement des répartitions : la différence est déjà très nette pour Δt minimum.

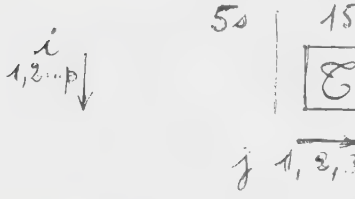
2) Quand on passe des "données initiales" aux "moyennes", le maximum augmente, la répartition se resserre, le mode se déplace légèrement.

Par conséquent le fait de grouper les points expérimentaux en sous-ensembles caractérisés par la constance de certains paramètres permet de définir d'une manière plus précise, une distance moyenne.

3) Infl. des modulations. La répartition est plus ou moins écrasée, la proportion des valeurs entre 0 et I est très variable.

Influence de la durée d'observation (tabl. 95)

Suivant une méthode déjà appliquée plusieurs fois, une analyse de variance a été effectuée sur des tableaux $\mathcal{E}$ à p lignes et 3 colonnes obtenus en plaçant l'un au-dessous de l'autre les tableaux partiels à 5 lignes obtenus après avoir effectué les moyennes (λ, μ).



p était variable selon les groupements supplémentaires réalisés à partir des domaines (λ, μ)

$(\lambda =$ studio A; $\forall \mu)$
$(\lambda =$ salle Eco; $\forall \mu)$ — Modulations de I à 20

$(\lambda =$ II4, Com; $\forall \mu)$
$(\lambda =$ II4, Red, $\forall \mu)$
$(\forall \lambda ; \mu = f)$
$(\forall \lambda ; \mu = m)$
$(\forall \lambda ; \mu = F)$ — Modulations II à 20
$(\forall \lambda ; \forall \mu)$

On a de plus regroupé toutes les modulations intéressées, seul le paramètre Δt restait en évidence.

On a calculé successivement

S_{ij} somme d'une ligne
$S_{.j}$ somme d'une colonne
$S_{..}$ somme de tous les éléments
} du tableau $\mathcal{E}$

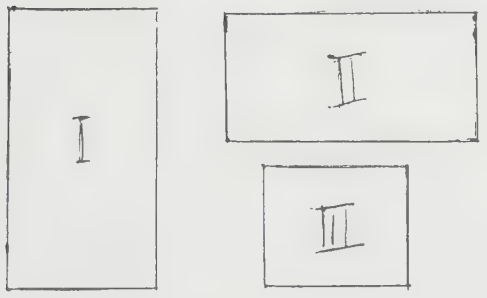
$$S_a^2 = 3 \sum_i (x_{i.} - x_{..})^2$$
$$S_b^2 = p \sum_j (x_{.j} - x_{..})^2$$
$$\Sigma^2 = \sum_{ij} (x_{ij} - x_{..})^2$$
$$S^2 = \Sigma^2 - S_a^2 - S_b^2$$
$$F_b = \frac{S_b^2/2}{} = \frac{(p-1) S_b^2}{}$$

F_b est le rapport de Snedecor, que nous devons comparer aux valeurs limites correspondant aux risques 2,5% / 2,5%1%, lesquelles sont :

↓ F → P	0,05	0,025	0,0I
degrés	29/2	3,33	4,I9	5,39
de	- - -	- - -	- - -	- - -
liberté	∞/2	3,0I	3,69	4,6I

(les degrés de liberté à choisir dépendent du nombre de lignes des tableaux analysés).

Les résultats sont résumés sur le tableau 95, où l'on trouve :



en I, pour les 20 modulations, les F respectifs pour les salles A et Eco

en II, pour les I0 dernières modulations les rapports F respectifs pour les bandes Com et Red, et les 3 niveaux d'écoute

en III, pour les I0 premières modulations, les rapports de Snedecor aux trois niveaux.

Nous avons ajouté pour chacun des sous-tableaux, les F correspondant à certains groupements (tous les √ , tous les niveaux).

Observations :

L'infl. de Δt est très importante, sauf pour le quatuor ("B"), et pour l'écoute en grand studio ("II4") lorsque l'on groupe les points exp. Com ou Red.

L'écoute en grande salle est donc favorable puisque l'on peut avoir une idée précise sur la dynamique au bout de peu de temps.

Pour la plupart des modul., l'écoute à bande réduite est moins favorable que l'écoute à bande complète.

En groupant tous les cas, on met en évidence le caractère très significatif de la durée.

L'influence de Δt est beaucoup plus sign. à fort et moyen niveau qu'à faible niveau.

Infl. des modulations :

L'absence d'influence de Δt pour le quatuor à cordes s'explique si l'on pense au caractère musical de ce genre, qui est typiquement "assez permanent", surtout dans l'exemple volontairement sélectionné. Or les TD et TS dépendent ici beaucoup de la durée (voir tableau 82); cela montre que ces paramètres n'influent que très indirectement sur la distance perçue entre réglages dynamiques. Que les différences de "dynamique enregistrée" n'influent pas sur la différence de dynamique perçue, du moins pour l'écoute d'un quatuor à cordes surprendra bien des techniciens; nous avons procédé, avec des personnes ayant une bonne formation musicale, à des écoutes complémentaires, qui ont pleinement confirmé cette conclusion. Le "caractère esthétique"du morceau impose à la dynamique subjective des lois qui ne sui-

vent pas fidèlement l'évolution du niveau sonore en fonction du temps. A moins d'apporter des "corrections" ΔL massives, détruisant justement l'esthétique de l'oeuvre.

D'une manière générale, la nature des modulations est toujours très importante.

Influence M-S, Qu-Or, Sou-Rel, A-Eco (tabl. 96, Ière partie)

On a effectué un test de Student-Fisher analogue à celui des chapitres I4 et I5.

Toutes les valeurs des tableaux élémentaires, pour toutes les feuilles de données, ont été groupées selon le type de relief, d'attention ... et ceci pour chacune des durées 5, I5, 40 secondes.

x_k et x'_k étant les variables couplées intervenant pour chacun des termes des 4 comparaisons

$(A+Eco)\begin{cases} M \\ S \end{cases}$ $(A+Eco)\begin{cases} Qu \\ Or \end{cases}$ $(A+Eco)\begin{cases} Sou \\ Rel \end{cases}$ $\begin{pmatrix} M+S \\ Qu+Or \\ Sou+Rel \end{pmatrix}\begin{cases} A \\ Eco \end{cases}$

on calcule $\bar{d} = MOY\ (x_k - x'_k)$ $t = \dfrac{\bar{d}\sqrt{n}}{\sigma}$

Les valeurs significatives de la variable de Student sont indiquées, pour chaque dichotomie, chaque modulation et chaque Δt, dans la première partie du tableau 96.

Observations résumées :

- faible pourcentage de cas significatifs
- l'influence de la salle est peu importante
- infl. de Δt évidente pour M-S, Qu-Or, Sou-Rel, un peu moins pour A-Eco, en s'attachant au nombre de cas significatifs.
- c'est l'infl. des modulations qui est prépondérante.

Pour A pas d'infl. M S

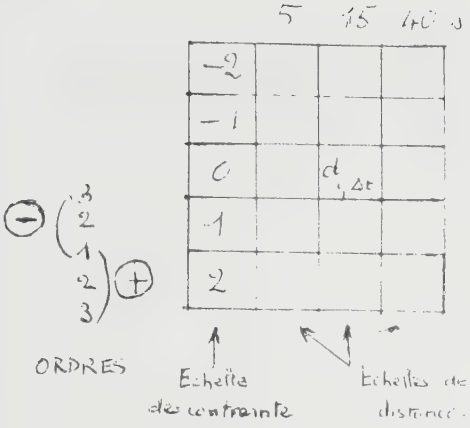
B,N infl. nulle des salles, infl. très importante de l'attention et de la durée.

N, P, T (parole). Le maximum de cas sign., surtout pour Qu-Or; la qualité des haut-parleurs différencie donc mieux l'écoute d'un speaker que celle de la musique. C'est une remarque courante dans l'observation des modulations musicales.

- influence importante de l'attention sur les comparaisons concernant un bruit ("H") de courte durée, mais non si celle-ci augmente; résultat de tendance inverse pour le quatuor ("B"). Quand le temps s'écoule ces modulations présentent à l'écoute distraite, un certain caractère permanent, et celui-ci n'est confirmé à l'écoute attentive que pour le bruit; au contraire la perception du quatuor s'enrichit en fonction de l'attention et de la durée.

Influence de la compression ou de l'expansion (tabl. 96, 97, 98)

Il s'agit de comparer la concordance entre les classements (repérés par la distance) pour Δt = 5, I5, 40 secondes, dans le cas de la dilatation et de la compression.



On remplace les d, ou plutôt leurs moyennes pour chaque case effectuée sur divers groupements de paramètres, par leur ordre x; on compare alors l'ordre des échelles de contrainte et l'ordre des échelles de distance.

Les matrices à 5 lignes et trois colonnes sont divisées en matrices à 3 lignes et 3 colonnes, correspondant à la dilatation ou à la compression; à ces matrices 3x3 on applique le test de Kenndall (1364). On calcule le coefficient de concordance W, ainsi que le nombre k = 6W, qui suit une loi du χ^2 à 2 degrés de liberté dans l'hypothèse d'une absence de liaison entre les ordres.

Les valeurs sont significatives du χ^2 soit

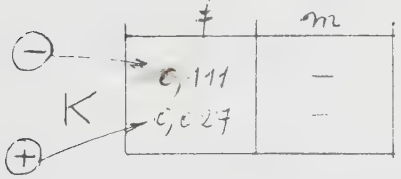
risque	0,50	0,30	0,20	0,I0	0,05
χ^2	I,39	2,4I	3,22	4,6I	5,99

Nous retiendrons comme seuil utile le risque 10%, pour lequel W = 0,750. Sur les tableaux, les cases correspondantes ont été signalées.

Le tableau 96 (2ème partie) étudie l'écoute au studio II4 et compare, aux 3 niveaux f, m, F, la bande passante.

Le tableau 97 montre l'influence, pour le studio A et la salle Eco du relief, des haut-parleurs, de l'attention, du niveau.

Le tableau 98 met en évidence, aux 3 niveaux, pour l'ensemble des salles A + Eco, l'influence du relief sonore.



Dans chaque cas, le premier nombre correspond à la dilatation,

le second à la compression.

Résumons les principales observations :

Dans l'ensemble, 50% des cas sont significatifs à 0,I0%, ce qui est raisonnable; il y a donc alors concordance entre l'ordre des distances correspondant aux 3 durées différentes, que l'on considère soit les dilatations, soit les compressions. Mais cela n'implique pas qu'il y ait concordance des distances elles-mêmes, ce qu'a infirmé le dépouillement des moyennes.

L'observation moyenne est celle du rôle dissymétrique de la compression et de l'expansion, déjà remarqué dans maints essais.

Cas (A, Eco) M-S, Qu-Or, Sou-Rel, f, m, F. (tabl.97)

75% de W significatifs pour les expansions, 25% pour les compressions. On est donc renseigné plus rapidement sur la dynamique pour une compression d'ensemble.

Infl. M-S : diff. nettes, non systématiques.

Infl. Qu-Or : Souvent en passant de Qu à Or, on remarque un rapprochement du comportement des expansions et des compressions.

Infl. Sou-Rel : relativement faible.

Infl. f, m, F : très importante, les caract. sign. de W- et

W + sont tres perturbés.

Quand L ↗, les variations de W- sont moins nettes que celles de W +.

La perception du phénomène dynamique en fonction de la durée dépend donc beaucoup du niveau d'écoute.

Infl. des modulations :

Tres importante.

En essayant de grouper les genres :

A, I, K, S, (Symph.) .... rien de commun

B (quatuor)... caract. sign + et - du même ordre

D, F, J, M, P, T (parole) ... très différent.

Les compressions sur la parole féminine paraissent moins dépendre de la durée : on le voit en comparant P (parole masc.) et T (parole fém.), même extrait d'une même oeuvre et même interprétation.

L'étude des TD et des TS n'apporte rien de systématique.

Infl. salle :

Assez faible.

Cas (A + Eco) M.S. (Qu, Sou, Com) f. m. F. (tabl.98)

W- sign. : 32% W+ sign. I9%

Infl. M S : paraît assez faible dans l'ensemble, sauf cas particuliers.

Infl. niveau : W- un peu plus stable en fonction de L

La perturbation lorsqu'on passe de Mono à Stéréo dépend peu du niveau global; elle est la plupart du temps individuellement importante.

Infl. modul. La plus sensible.
Certaines modulations sont très sensibles au relief à niveau moyen ou fort (C = jazz, G = variétés).

Une dissymétrie entre la compression et l'expansion est encore observée. Il est bien certain qu'il s'agit de deux opérations dont l'impact psycnologique est différent.

VUE D'ENSEMBLE

La complexitédes résultats et leur allure générale est en tous points conforme à celle que nous avons obtenue à l'occasion des transitions acoustiques. Le modele des cases limitées par des cloisons d'épaisseur variable est toujours applicable et cela montre combien il serait erroné de concevoir la dynamique comme une simple différence de force sonore.

Nous avons pu, au cours des essais avec ouïe normale ou perturbée, apprécier la facilité avec laquelle on perçait une distance globale entre deux réglages de la dynamique. L'ensemble des résultats l'a confirmé, il s'agit d'une comparaison portant sur les impressions globales produites par les modulations plus ou moins comprimées, qui

ne font pas référence directe au niveau sonore moyen ou instantané. Cette comparaison s'appuie sur une interaction entre la notion "pure" de force sonore et celle de caractère esthétique, terme vague qui représente bien cependant cet aspect de la perception dynamique.

De telles considérations se montrent également valables pour les enchaînements - il ne s'agit pas là simplement d'équilibrer deux niveaux sonores, plus ou moins colorés par le timbre, mais des perceptions globales structurées suivant les fluctuations de l'attention et des paramètres. Il n'est donc pas étonnant que la variabilité de la distance et celle des enchaînements soient tout à fait comparables

I) Ecart et distance :

Cette "distance", ne peut s'entendre au sens mathématique. Il est évident que la réflexivité n'est pas respectée et que $d(x,x) \neq 0$, c'est même l'un des résultats principaux de notre étude.

Par conséquent le terme "écart" serait mieux adapté, nous avons préféré le vocable "distance", en raison de son caractère plus évocateur pour les sujets, et parce qu'il se relie aux théories de la reconnaissance des formes. Celles-ci sont représentées par des modèles dans des espaces à n dimensions, (E^n, d) où l'on peut introduire une distance euclidienne. Le problème est cependant reporté sur la signification psychologique de cette grandeur, l'écart d correspondant ne présentant alors pas la réflexivité : cet effet de "dissymétrie", ou effet d'ordre est une loi générale de la perception. Même pour des cas simples, le terme "distance" devient inadapté si l'on s'éloigne d'une reconnaissance objective, au moyen d'ordinateurs.

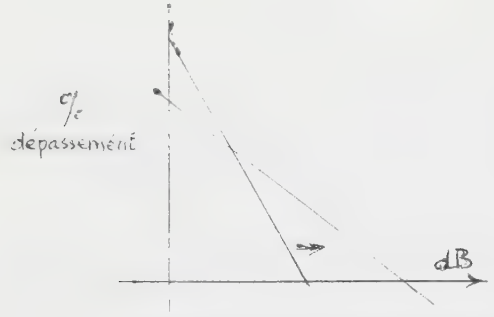
Les distances d obtenues dans ce chapitre sont donc des écarts psychologiques, et se définissent par un degré plus ou moins net d'équivalence entre deux présentations.

Ils ne recoupent pas les distances que l'on obtiendrait en représentant les modulations par du bruit rose; nos essais préliminaires ont montré en effet que l'on pourrait obtenir ainsi une véritable distance. Effectuer de tels essais mettant en jeu un plan d'expériences aussi lourd que le nôtre était pratiquement impossible. L'intérêt des études avec bruit rose était de justifier l'hypothèse de la perception globale des modulations, sur laquelle nous nous appuyons fréquemment pour interpréter les résultats statistiques.

Ces réserves faites, et par commodité, nous conserverons dans ce qui suit le terme "distance" et la notation d .

2) Faible importance des différences subjectives.

Nous avons vu que les valeurs de d excèdent rarement 3, correspondant à une "différence sensible". Or l'expansion ou la compression de la dynamique était extrêmement nette dans les cas ② et ⑁② , qu'il s'agisse de l'impression subjective ou de l'enregistrement graphique. Pour l'apprécier, il fallait cependant écouter en spécialiste; dès que l'écoute redevenait "artistique" l'ampleur de ces variations de dynamique, considérée en elle-même était légèrement estompée. Il va de soi que l'influence de ces variations sur l'aspect esthétique de la parole et surtout de la musique ne perdait rien de son importance. Mais c'est un tout autre problème, dépassant les considérations de psychophysique.



Les statistiques de niveaux (362,45) ont montré que l'on obtient, pour chaque genre artistique des droites plus ou moins inclinées suivant l'"éclat" de la dynamique. Corriger celle-ci revient à faire varier la pente des droites; la présente étude montre que cela peut se produire dans d'assez fortes proportions sans que l'écoute soit perturbée.

Les graphiques correspondant à différents genres tendent alors à se confondre et la régulation automatique du niveau (45) peut aboutir à des corrections de même nature dans le cas de certaines paroles ou de certaines musiques; les différences de réglage d'une même modulation, tout en restant subjectivement faibles, donc éventuellement justifiées par des tests, pourraient être interprétées par le dispositif automatique comme passage d'une modulation à une autre, et mener à de lourdes erreurs esthétiques.

3) Il n'existe pas de distance nulle.

Lorsque l'on compare deux séquences identiques, leur ordre intervient, entraînant une difficulté fondamentale pour l'étude de ces comparaisons; la répétition est en fait un véritable renouvellement et non une stricte identité.

Ce "zéro" ne varie pas systématiquement en fonction du niveau; on ne peut espérer l'abaisser, par exemple, en écoutant au niveau préférentiel.

Le relief possède une influence nette sur cette distance "zéro", particulièrement lorsque l'écoute est faite avec attention et des haut-parleurs de qualité.

Enfin la distance "zéro" n'est pas toujours la distance minimale; l'effet d'ordre peut être compensé par une légère variation de dynamique.

4) Influence de la durée Δt

La distance tend à croître avec Δt. On a presque toujours $d_{40} > d_5$.

Il est beaucoup moins net que $d_5 < d_{I5} < d_{40}$

d_5 est du même ordre que d_{I5} ou d_{40}. On peut donc distinguer très rapidement (5 secondes) si deux modulations sont affectées ou non de la même dynamique d'ensemble et cette impression se renforce avec le temps. Au delà de I5 secondes, cet effet diminue; cette durée moyenne est largement suffisante pour que l'on puisse prévoir le type de règlage dynamique.

Tandis que la perception du niveau sonore intrinsèque est acquise en quelques dixièmes de seconde (363), celle de la dynamique demande donc quelques secondes pour s'affirmer et quelques dizaines de secondes pour s'imposer.

La durée d'écoute agit sur les effets dus au relief, à la qualité des haut-parleurs, l'attention, la salle et cette influence elle-même dépend beaucoup des modulations.

5) Comparaison des dilatations et des compressions -

On remarque une différence systématique; la discordance entre les classements selon la durée est plus significative pour les premières que pour les secondes. Il semble donc que l'on soit renseigné plus rapidement sur la signification esthétique dans le cas des compressions.

Quand on augmente le niveau moyen d'écoute, le coefficient de concordance varie moins pour les dilatations, qui sont donc moins sensibles aux variations de l'intensité sonore globale.

Les expansions paraissent plus sensibles à la nature des modulations que les compressions.

Il est heureux que celles-ci se présentent plus favorablement (moindre influence de la durée et des modulations), car la pratique de la prise de son ne comporte en fait que des compressions. La question se pose de savoir s'il vaut mieux demander à l'artiste de comprimer lui-même, ou de laisser ce soin à l'opérateur. La première solution détruit l'élan artistique et constitue une entrave aux moyens d'expression (364); il est bien préférable de s'en tenir au protocole d'accord tacite entre les artistes et les techniciens, aux premiers l'interprétation, aux seconds l'adaptation.

6) Influence du niveau d'intensité sonore.

Le niveau a dans l'ensemble une influence importante, mais plus ou moins cependant pour chaque point expérimental isolé. Il ne s'agit donc pas d'une influence massive et systématique, et ceci contredit une opinion assez généralement répandue.

L'effet de salle est fonction du niveau.

La plus faible distance correspond au niveau le plus fort pour une écoute de qualité en grande salle; l'écoute à faible niveau paraît donc plus adéquate à la modification de la dynamique, effet surtout valable pour Δt long. C'est une autre conclusion inhabituelle, la pratique courante étant une écoute à fort niveau.

L'influence de la durée, pour la plupart des modulations, est de plus en plus significative lorsque la force sonore globale augmente, sauf pour des modulations pauvres en aigu. On peut dire que l'appréhension du phénomène sonore en fonction de la durée dépend de manière importante du niveau d'écoute, mais que celle des différences entre corrections de dynamique en dépend assez peu.

Nous avons écarté l'étude du comportement des auditeurs aux niveaux très élevés (120 à 125 dB) qui sont atteints dans certaines productions modernes. On peut en effet se demander si l'on reste bien dans le champ de l'acoustique ou si l'on entre dans celui de la traumatologie : le seuil de douleur est dépassé, la force sonore "écrase" les timbres, et la dynamique prend l'aspect d'un martelage systématique.

7) Le relief sonore.

On note une influence importante du relief. Lorsque l'on passe de la mono à la stéréophonie, les distances décroissent généralement; cela signifie que la stéréophonie donne aux dynamiques plus faibles un relief, une structure sonore plus importante qu'en monophonie, et que les fortes dynamiques apparaissent moins "dilatées" en stéréophonie. On a remarqué d'ailleurs (365), que les auditeurs acceptent plus facilement dans ce cas une grande dynamique.

On peut estimer aussi que l'effet d'ambiance apporté par la stéréo surprendrait l'observateur, nivellerait la perception dynamique, cette impression se confirmant au fur et à mesure que l'écoute se prolonge.

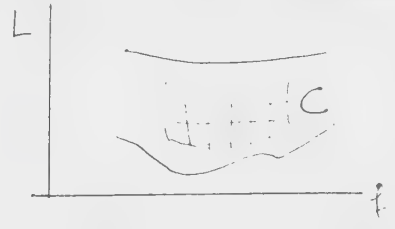
L'audition met en oeuvre (366)en mono, et plus encore en stéréo, une écoute directive inconsciente qui ne peut qu'influer, de manière indirecte, sur la perception consciente de la dynamique; cet effet se trouve naturellement très amplifié par l'élargissement de la scène sonore et l'occupation beaucoup plus dense de l'espace subjectif qui se trouvent réalisés en stéréophonie.

Si l'on prend en compte la concordance des jugements aux différentes durées, la modification observée en passant de mono à stéréo ne dépend pas du niveau global; c'est dire que à fort ou à faible niveau, l'influence du relief sur l'évolution de la perception de la dynamique avec le temps ne change pas.

En résumé, malgré l'influence notable du relief sonore, rien ne permet de préférer la stéréo à la mono pour l'observation de la dynamique, la discrimination, indépendamment de l'intérêt artistique d'une ambiance plus large, serait meilleure en mono. Et ceci, remarquons-le, bien que les sujets aient été placés dans la zone de meilleure sensibilité au relief, celle où le rapport son direct/son réverbéré est voisin de I (367).

8) Influence des modulations.

Les modulations présentent une très grande influence, fort complexe, d'un ordre supérieur à celui de tous les autres facteurs. C'est dire que le choix des cases du diagramme (fréquence, niveau) que l'on évoque d'habitude pour justifier la compression de la dynamique (368), ne peut être déterminé indépendamment de la matière sonore, et en particulier les limites du contour C pouvant être transmis sur l'appareillage audio-fréquence.



L'analyse des tableaux montre qu'il est difficile de grouper l'influence des modulations par types G, D, S; certaines modulations du même genre artistique paraissent mettre en évidence beaucoup moins que d'autres la compression ou l'expansion, sans que l'on puisse incriminer les TD ou TS. La richesse en aigu joue un rôle cependant en faveur de la distinction des différents degrés de contrainte.

La dynamique ne se présente pas comme un simple écart de niveaux sonores maximal et minimal; c'est une modification profonde du caractère esthétique lui-même, et cela explique que l'on ne puisse en rapporter simplement la perception aux données psychophysiques accessibles à la mesure.

9) Etude de la bande passante.

Les distances correspondant à la dilatation maximale tendent à être plus faibles si la bande passante est réduite; on note aussi une certaine tendance à l'écrasement de la dynamique.

L'effet d'une réduction importante des fréquences transmises est donc très important, allant même jusqu'à une perturbation complète des valeurs, si l'on porte son attention sur la concordance des jugements en fonction de la durée. Ce dernier point est fondamental pour le preneur de son.

On a pu montrer (369), pour toutes les fréquences, une convergence de la sensation du niveau sonore subjectif d'intensité physique très élevé; cette analogie n'a lieu que pour des niveaux de pression atteignant I40 dB, dont on reste dans nos essais, très loin. Par conséquent, dans les conditions d'écoute que nous avons étudiées

et qui couvrent un champ d'intensités très étendu, la dynamique est facilement perçue et dépend des fréquences transmises.

I0) Influence de la qualité des haut-parleurs.

En diminuant celle-ci, la distance décroît; on observe souvent un resserrement du comportement pour les expansions et les compressions.

Au total, influence globale nette sur l'ensemble des modulations, à rapprocher de celle de la bande passante.

II) Influence du local d'écoute.

Tous les spécialistes ont admis l'influence importante de la pièce d'écoute pour le jugement des modulations (370). Cette opinion est justifiée théoriquement par la structure différente du champ sonore, que l'on s'attache aux propriétés globales résumées par le temps de réverbération (371) , ou locales exprimées par les fonctions de corrélation (372) .

Mais les essais actuels ne mettent pas toujours en évidence un effet massif et incontestable; c'est le cas de la présente série, où l'influence,nette dans l'ensemble, n'apparaît que faible pour les comparaisons de concordances en fonction de la durée.

Cette influence reste importante dans nombre de cas d'espèce, elle est statistiquement assez faible.

Pour expliquer cette divergence entre l'écoute artistique dont nous parlions ci-dessus et l'appréciation subjective de la dynamique, on doit admettre que la pression sonore n'est pas, dans la première, le phénomène le plus important. Des variations, à énergie constante, de la structure du champ sonore peuvent avoir un intérêt sémantique et esthétique de premier plan.

I2) Rôle de l'attention.

Quand on relâche l'attention, la distance décroît très généralement; mais ce fait n'est pas constant, les exceptions dépendent du studio d'écoute.

Le rôle de l'attention est assez important statistiquement, mais pas sans nuances. De même que pour l'intensité des sensations auditives simples (373), et dans une moindre mesure, on peut admettre que les observateurs possèdent en eux-mêmes un certain système de référence hors du contrôle de l'attention. La réalisation des essais avec attention relâchée s'est, en tous cas, avérée extrêmement facile, comme s'il s'agissait d'un mode "normal" d'écoute.

I3) Etude de l'ouïe perturbée.

La qualité de l'ouïe présente une influence tres profonde, comportant (pour un sujet isolé) une perturbation complète du détail des valeurs numériques. Toutefois, pour la moyenne des modulations et pour les trois durées (voir planche 92) la convergence des résultats est assez remarquable. Il paraît exclu qu'elle soit due au hasard; de plus les séances étaient programmées à des dates éloignées.

Par conséquent, l'écoute avec une ouïe perturbée apparaît, dans l'ensemble aussi valable que l'autre. Elle entraîne des variations d'appréciation de la dynamique assez faibles en moyenne, même pour un seul sujet. Par contre, ces variations, très importantes pour des modulations isolées, confirment la nécessité de posséder une audition convenable pour contrôler la dynamique. Il ne peut être question, bien sûr de sacrifier telle ou telle production au hasard des influences particulières de l'ouïe.

L'ensemble de ces résultats montre combien est complexe la perception des variations de la dynamique sonore. Les modulations se présentent (374) comme des processus aléatoires présentant une double corrélation à moyen ou long terme et à court terme dont il faut tenir compte pour leur définition artistique. La dynamique subjective, liée au caractère esthétique de l'oeuvre comme aux variations de pression sonore est certainement sous la dépendance de tels processus.

Il en résulte une pondération entre l'aspect esthétique et l'aspect physique de la modulation. En s'inspirant de la dualité "hauteur brute, hauteur tonale", mise en évidence par J.C. Risset (375), on peut admettre pour la dynamique un aspect "brut", à prédominance physique, et un aspect artistique, faisant appel à la signification du premier lorsque la durée d'écoute s'accroît. Suivant les observateurs, le dosage entre ces deux aspects dépendra beaucoup des conditions d'écoute.

Pour rendre compte des réactions d'un auditeur, on a élaboré des organigrammes fonctionnels (3336) décrivant leur comportement. Etant donné l'ensemble de nos résultats, l'écoute réelle apparaît beaucoup plus insaisissable que les modèles suggérés. Ceux-ci ne correspondent finalement qu'aux attitudes stéréotypées reflétant le comportement "moyen" d'un auditoire très large; il s'agit de la résultante sociologique, au demeurant tout à fait rationnelle, des considérations psychophysiques faisant l'objet de cette étude.

I7 - LA REGULATION DU NIVEAU SONORE : PROPRIETES LOCALES

Nous abordons maintemant le point le plus important de ce travail : l'étude des réactions d'un observateur devant un problème précis de régulation du niveau sonore. La présentation et l'interprétation des résultats s'appuient bien entendu sur les recherches précédentes, dont l'intérêt primordial est de justifier le choix des concepts, la terminologie, l'analyse et la synthèse constructive des données acquises au cours de ces nouveaux essais.

La perceptions des modulations s'établit comme on l'a vu selon plusieurs niveaux temporels : l'"épaisseur du présent" (I/20s), durée minimale correspondant à la simultanéité psychologique (8 6) , est insuffisante à l'acquisition de la plénitude des sensations pour une matière sonore complexe. Il faut parler alors de 0,5 secondes (10 a), durée de présence psychique; elle correspond pratiquement à la simultanéité pour l'appréciation esthétique. Ce que nous avons appelé temps d'intégration à court terme (chapitre 5) est une durée légèrement plus importante (1 à 2 secondes), intervalle minimal utile pour l'appréciation de la dynamique sonore. Intervient ensuite le temps d'intégration à moyen terme (I0 à I5 secondes), puis à long terme (au delà de 30 à 40 secondes).

Cela posé, comment se présente la régulation du niveau sonore? Le preneur de son est placé devant une variation temporelle, continue de cette grandeur; il la perçoit en fonction des 4 degrés d'intégration que nous venons de rappeler. Mais seul l'artiste, acteur, chanteur, instrumentiste ou chef d'orchestre peut agir sur les durées très courtes. Pratiquement l'action du metteur en ondes ne se superpose à celle des interprètes que pour le "moyen terme" et le "long terme".

Dans le premier cas, la régulation s'effectue par intégration sur I0 à I5 secondes en fonction d'un accident de la dynamique, crête de niveau, renforcement ou décroissance du son, à caractere localisé; par exemple et pour se limiter à la musique symphonique, un accord plaqué sforzando peut faire suite et précéder une croissance et une décroissance du son. Bien que l'intégration à moyen terme intervienne dans cette régulation, l'"accident" déterminant est très bref, d'autant plus que l'attaque du son interviendra presque seule dans la perception du niveau maximal.

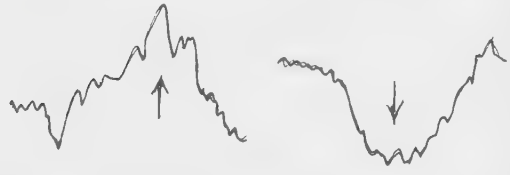
Dans le second cas, la régulation tient compte de toutes les variations connues et prévisibles du niveau pendant une longue durée; la réaction du preneur de son traduit à chaque instant l'influence de cette perception globale abstraite sur sa réalisation concrete.

Nous voyons donc se profiler deux aspects du reglage de la dynamique : un problème local, traitement du signal en fonction d'accidents de faible durée, et un problème global, traitement du signal sous l'influence de l'évolution du niveau pendant une assez longue durée. Si nous reprenons le modèle, proposé par E. Leipp (376) , d'un calculateur auditif capable d'effectuer ces opérations, les "programmes" dans l'un et l'autre cas doivent être tres différents.

L'étude des propriétés locales et des propriétés globales de la régulation du niveau feront donc l'objet de ce chapitre et du suivant.

Quand augmente la durée d'intégration, le rôle de l'intensité sonore cesse d'être prédominant et cède partiellement la place à celui des conceptions esthétiques d'ensemble; c'est pourquoi, comme nous l'avons dit, nous n'avons pas abordé l'étude des temps d'intégration de plusieurs minutes, ni celle de la régulation du niveau en fonction de la totalité d'une oeuvre.

PRINCIPE DES ESSAIS :



On présente à des sujets un extrait d'une oeuvre musicale, durant environ 20 secondes et comportant en son milieu un maximum ou un minimum de niveau sonore. A partir d'une régulation de référence, on se propose d'étudier les réactions des auditeurs lorsque varie la manière dont on aborde cet extremum, ou dont on le quitte lorsqu'il s'est produit. On peut par exemple faire croître ou décroître le niveau un peu plus tôt avant le maximum ou le minimum, et revenir ensuite plus rapidement au niveau moyen. Tout cela dépend naturellement de la modulation elle-même vue non seulement sous son aspect dynamique, mais sous son aspect esthétique. C'est pourquoi nous avons dû, pour ne pas dénaturer ce dernier en fonction des différents réglages, procéder à un choix très minutieux des modulations, les séquences présentées devant avoir un sens artistique, pour éviter l'influence des troncatures, véritable "effet de bord" psychologique.

Les corrections à la dynamique de référence étaient réalisées au potentiomètre 5 paramètres devaient varier :

pour les maxima : la durée d'action Δt, avant l'accident
la forme R de cette action en fonction du temps
la durée d'action $\Delta t'$, après cet extremum
la forme R' de cette action
la correction ΔL du niveau maximum.

pour les minima :
les quantités analogues $\Delta\tau$, $\Delta\tau'$, ρ, ρ', $\Delta\lambda$

Les auditeurs devaient évaluer la qualité globale des séquences présentées, puis indiquer l'amplitude subjective de la dynamique et coder leur appréciation du réglage proposé eu égard aux variations intrinsèques de la force sonore.

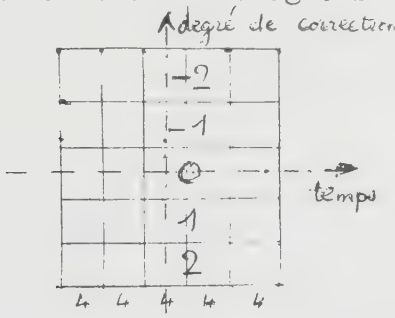
La qualité "objective", indépendante de l'aspect artistique et ne faisant cependant pas référence à des critères techniques précis connus du sujet, s'apprécie facilement en télévision (377). Il n'en est pas de même dans le domaine sonore où le départ entre la perception de données objectives et les options esthétiques est beaucoup plus incertain. On a tenté avec succès de caractériser les sons par un vocabulaire analogique, basé sur des correspondances visuelles kinesthésiques, tactiles ou géométriques : un son peut être lourd, gros, aigu, rugueux, etc...(P. Schaeffer, 5d - L. Beranek, 373) Cependant, aucun essai sur la validité et le contenu de telles expressions n'a été réalisé en faisant intervenir tous les paramètres

de l'écoute. C'est pourquoi, dans le cadre de cette étude sur la dynamique, nous avons demandé aux auditeurs d'évaluer de 0 à 20 la qualité sonore globale, la "beauté" du son, indépendamment de l'interprétation et de critères techniques spécialisés.

L'amplitude subjective n'est pas seulement exprimée par l'indice dynamique (chapitre 9), sauf si l'on porte uniquement son attention sur la sonie. Nous demandions, dans ces essais, que l'on juge ce qui est en fait une variation du volume occupé par la matière sonore dans l'espace subjectif de l'observateur. Les sujets devaient noter de 0 à 20 cette amplitude, le zéro correspondant, non à des sons faibles, mais à l'uniformité complète du niveau, la note 20 caractérisant le maximum de contrastes.

Cette acceptation de la qualité et de l'amplitude était longuement expliquée à tous les sujets et à chaque séance. On leur demandait d'établir une échelle personnelle de valeurs, obtenue sans faire appel à des termes généraux tels que excellent, mauvais, ce qui est générateur d'une certaine atonie du sens critique (39 c) : les repères devaient être des concepts plus élaborés. Ces échelles étaient rendues homogènes pour les divers sujets (centrage et dispersion) par des répétitions préalables.

La correction souhaitée sur la force sonore était indiquée sous la forme d'un codage. Sur un diagramme cartésien, on représentait (les 20 secondes divisées en 5 périodes de 4s) le temps en abscisses et le degré de correction souhaité en ordonnées :



-2 correction maximale) s'il paraît nécessaire d'augmenter
-I correction sensible) le niveau

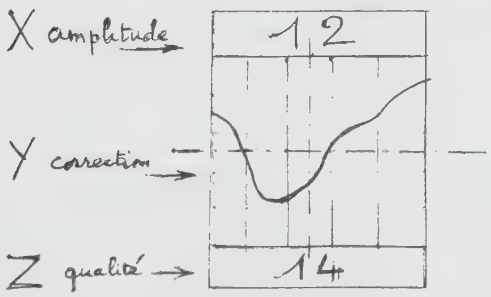
0 correction nulle

I correction sensible) s'il paraît nécessaire de diminuer
2 correction maximale) le niveau

conformément à nos conventions de signes antérieures.

Ces écarts devaient s'entendre non par rapport à un niveau sonore jugé idéal en soi, mais dans le cadre du réglage d'ensemble des présentations. En effet, les forces sonores pour "f" et "F" étaient séparées par 30 dB (pondération A). Aucune difficulté pratique n'a résulté de cette remarque; les auditeurs ont fort bien repéré les conditions globales de niveau et, celles-ci étant données, la différence entre les variations réelles et idéales du niveau pour chacune des présentations.

Les observateurs devaient tracer une ligne continue, à l'intérieur de ce diagramme en séparant subjectivement la présentation en éléments de 4 secondes.



L'aspect d'une réponse-type était comparable au croquis ci-contre. Les répétitions préalables ont montré que le découpage temporel subjectif était parfaitement possible et reproductible, et que les jugements concernant les 3 facteurs étudiés étaient facilement obtenus

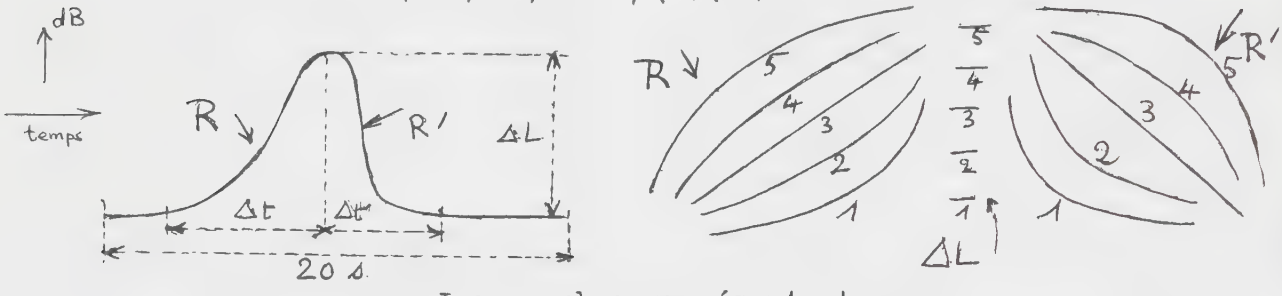
En fin de séance, les sujets devaient expliquer en une phrase leur conception de la "qualité".

PLAN D'EXPERIENCES :

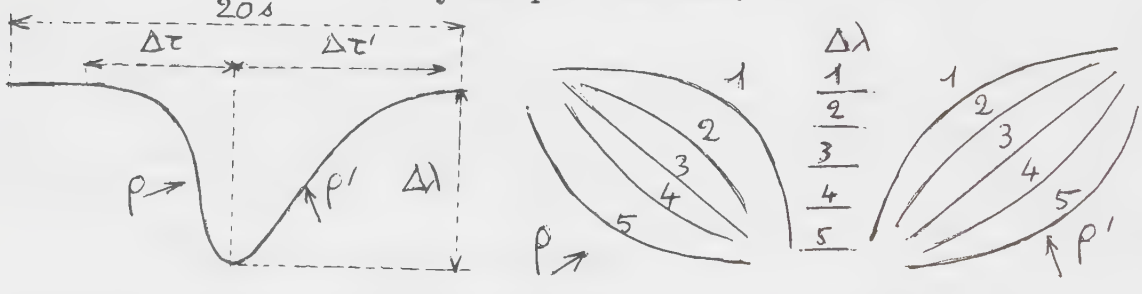
Il couvre d'abord les paramètres "extérieurs", tels que relief sonore, attention, salle, ouïe, ... et reproduit strictement à cet égard le plan rappelé au chapitre précédent. En fixant ces paramètres, c'est-à-dire en considérant isolément une séance de travail, le plan d'expériences complet se réduit au plan "intrinsèque" basé sur les principes ci-dessous.

On présente aux auditeurs 5 modulations à maximum de niveau (, "bosse") et 5 modulations à minimum (,"creux"). Les paramètres suivants varient en 5 échelons.

$R, R', \Delta t, \Delta t', \Delta L, \rho, \rho', \Delta\tau, \Delta\tau', \Delta\lambda$



Les courbes représentent la correction apportée à la dynamique nominale.



Nous avons utilisé des notations symétriques par rapport à l'état initial, représenté par :

——— 0 ———

Les 5 allures de R, R', ρ et ρ' constituent les échelles d'une variation de la convexité du réglage et correspondent à un problème-type de la prise de son musicale : faut-il aborder plus ou moins rapidement un forte ou un pianissimo ?

Echelons des corrections du niveau extrémal:
On ajoute au niveau nominal :

	I	2	3	4	5
ΔL (dB)	-8	-4	+4	+6	+8
$\Delta\lambda$ (dB)	+8	+4	-4	-6	-8

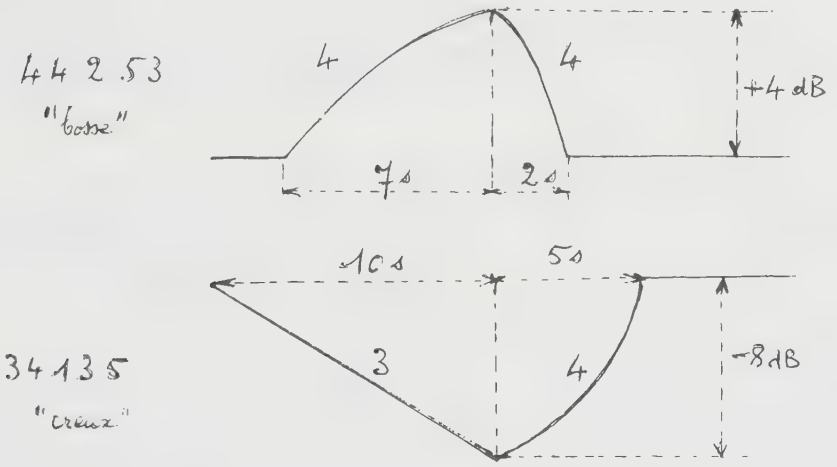
Echelons des durées où l'on applique R, R', ρ, ρ' :

	I	2	3	4	5
Δt , $\Delta \tau$	10 δ	7	5	3	2
$\Delta t'$, $\Delta \tau'$	10 δ	7	5	3	2

On peut donc caractériser un réglage par les indices de

	R	R'	Δt	$\Delta t'$	ΔL
ou	ρ	ρ'	$\Delta \tau$	$\Delta \tau'$	$\Delta \lambda$

A titre d'exemple, les réglages 44253 et 34135 seront représentés par les diagrammes qui précisent les corrections apportées.



Dix modulations, essentiellement musicales, ont été sélectionnées avec le plus grand soin et au prix de nombreuses répétitions préalables. On devait être certain pour toutes les modalités du réglage, il ne se produisait aucune détérioration de l'aspect artistique des oeuvres, mais simplement des interprétations différentes, toutes justifiables.

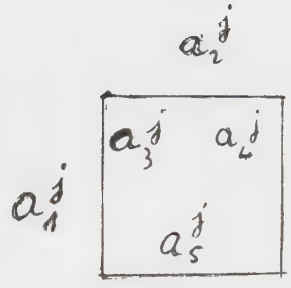
Nous aurions vivement désiré utiliser un nombre de modulations beaucoup plus important, couvrant tous les genres musicaux, mais il était impossible de mener à bien un travail aussi étendu. Pour chaque exemple, il faudrait réaliser, selon un plan factoriel $5^5 = 3125$ expériences différentes et ceci en laissant fixe tous les paramètres extérieurs.

Afin de réduire ce nombre, nous avons utilisé un plan statistique relativement élaboré, faisant appel à 3 carrés latins orthogonaux permettant d'étudier l'influence de 5 facteurs à 5 modalités (273 b).

Soit un nombre à 5 indices $\mathcal{K}_{a_1 a_2 a_3 a_4 a_5}$, prenant 5 modalités $a_j \; (j \in [1..5])$. Les 3 carrés latins orthogonaux sont représentés ci-dessous; à chaque case correspond un jeu d'indices

	1	2	3	4	5
1	1 1 1	2 2 2	3 3 3	4 4 4	5 5 5
2	2 3 4	3 4 5	4 5 1	5 1 2	1 2 3
3	3 5 2	4 1 3	5 2 4	1 3 5	2 4 1
4	4 2 5	5 3 1	1 4 2	2 5 3	3 1 4
5	5 4 3	1 5 4	2 1 5	3 2 1	4 3 2

tableau des indices j →



On n'utilise que les $x_{a,j}$ pour lesquels les 5 indices j prennent les modalités indiquées ci-dessus. D'où 25 réglages différents, donnant, concernant l'influence des facteurs, des renseignements équivalents à ceux que l'on aurait tiré d'un plan factoriel nécessitant les 3125 réglages.

Chacun des 25 réglages retenu est caractérisé par une lettre (a, b, c, ...) et par un nombre, obtenu en écrivant dans l'ordre naturel des i les 5 valeurs de j correspondant à chaque case.

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	q	r	s	t
u	v	w	x	y

a I I I I I

q 4 2 5 3 I

On obtient ainsi le développement du carré latin (tableau 99).

Les caractéristiques des dix modulations (5 du type ∧, 5 du type ∨) que nous avons estimées indispensables pour étudier, sur ces réglages, l'influence des types G, D, S sont précisées dans le tableau 99 (1ère partie).

RÉALISATION :

Nous avons dû, en partant des séquences initiales, effectuer au moyen du potentiomètre les réglages $x_{a,j}$ dans des conditions particulièrement sévères d'attention et de doigté. Nous avons au préalable établi les diagrammes visuels des 50 réglages, mentionnant leur codage et nous sommes aidés du chronomètre et de repères établis au cours des nécessaires répétitions.

Cette opération, excédant de très loin les difficultés de la prise de son traditionnelle fut la plus délicate de l'ensemble du présent travail.

Il fallut ensuite repérer d'une manière simple les 250 échantillons, établir les grilles pour la présentation au hasard et réaliser le montage des éléments de bande magnétique dans l'ordre convenable, repéré pour les sujets, par un nombre de I à 250.

Chaque séance était longue : 2h30, en comptant les pauses et les silences ménagés pour la notation manuscrite des observations. Mais on n'a pas observé de fatigue anormale, en raison de la qualité des modulations et du brassage qui donnait à l'écoute un caractère très varié et très agréable. Pour éliminer complètement l'influence de la fatigue, les exemples sonores étaient groupés en 6 ensembles de 40 ou 50, ceux-ci étant présentés au hasard à chaque séance.

L'influence de la position des sujets dans le local d'écoute étant importante pour la détermination de la qualité (379), nous avons tiré au hasard les places disponibles; cette précaution était particulièrement utile dans le grand studio ("II4").

En ce qui concerne l'amplitude, nous devions éliminer l'influence des variations accidentelles de la pression sonore dues aux déplacements de la tête, qui entraînent une mauvaise corrélation entre la pression extérieure, liée aux modulations et la pression mesurée à l'intérieur du canal auditif (380). Ne pouvant figer la position de la tête, en raison des réactions subjectives défavorables, nous avons exposé le problème à nos auditeurs, obtenu leur collaboration, et surveillé leur attitude pour obtenir un minimum de petits mouvements.

L'homogénéité des sujets était obtenue, comme dans tous nos essais statistiques par explications, discussion, sélection, surveillance en cours d'essais et contrôlée par le test progressif déjà indiqué au chapitre I2.

Devant les problèmes posés par l'exécution de ces expériences, la réaction des auditeurs a montré une certaine ambiguïté du concept de "qualité" : il est connu que l'homme remplace souvent l'image vraie de la réalité par celle qu'il s'en fait lui-même, construction fictive élaborée subjectivement à partir de points de repère (381). Ceux-ci dépendent, pour chaque sujet, de sa conception de la qualité sonore. Nous avons demandé que ce stade soit dépassé, englobé dans une synthèse allant au-delà des préférences immédiates, tout en restant personnelle.

Malgré le caractère délicat de cette série d'expériences, nous avons noté le soin extrême avec lequel ont été effectuées les observations demandées.

DEPOUILLEMENT

Les phrases expliquant la notion de qualité ont d'abord été résumées et l'on a retenu les adjectifs les plus caractéristiques :

netteté	I8 fois	interprétation	2
harmonie	I6 "	intelligibilité	2
homogénéité	I5 "	sonorité	2
esthétique	I0 "	agrément	I
contraste adéquat	I0 "	unité	I
le moins possible de contraste	I0 "	absence de fatigue	I
variations convenables de niveau	8 "	limpidité	I
équilibre d'ensemble	8 "	pureté	I

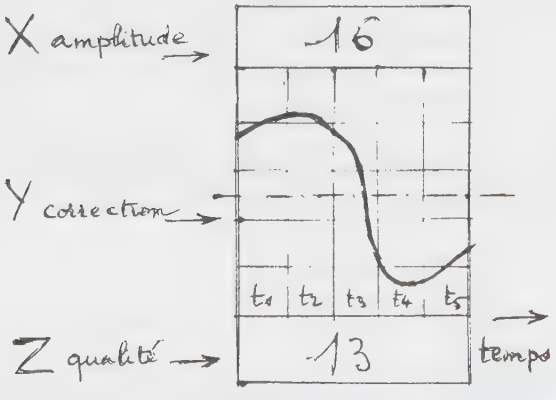
précision	8 fois	résonance psychique	I
clarté	7 "	"non choquant"	I
force sonore adaptée	6 "	fluidité	I
peu de contrastes	5 "	plénitude	I
pas de sons trop aigus	5 "	"couleur"	I
équilibre aigus-graves	3 "	"retient l'attention"	I

On a généralement fort bien compris qu'il fallait caractériser une impression globale. Des adjectifs le plus souvent employés, il ressort que la notion de qualité fait intervenir des considérations d'ensemble (esthétique, homogénéité, équilibre, harmonie), et des considérations locales (contraste, netteté, précision, clarté), à un degré moindre cependant.

Nous retiendrons la définition suivante de la qualité sonore : caractère d'une modulation présentant un aspect global d'homogénéité et de bon équilibre esthétique, dynamique ou spectral, ainsi qu'une netteté, un contraste et une précision facilitant la compréhension de l'oeuvre.

La qualité "technique" vue dans une perspective artistique est couverte par cette définition. Les défauts techniques introduisent en effet dans la perception auditive un "bruit", au sens de la théorie de l'information. Ce bruit perturbe les facteurs de la qualité, au sens le plus général.

Les autres résultats ont tous été mis sous forme numérique de la manière suivante :



- l'amplitude X et la qualité Z apparaissent directement

- la correction Y caractérisait l'écart de la courbe C par rapport à la droite "0" pour chaque tranche t_i de 4 secondes, soit α_i la cote des cases les plus éloignées de 0 qui soient, traversées par la courbe (2cases par tranche si la courbe franchit 0 et atteint 2 cases symétriques)

$$Y = \sum_{i=1}^{4} |\alpha_i|$$

Pour l'exemple ci-contre Y = 2+2+ (I+I) +2+2 = 8

Cette quantification risquait de faire apparaître des valeurs trop élevées en cas d'écart systématique, imputable à des erreurs de "centrage" résiduelles; mais ce fait ne s'est jamais produit. Il faut dire que l'équilibre du niveau moyen des 250 exemples présentés à chaque séance avait été réglé avec la plus grande précision possible ($\pm$ 0,I5 dB), dans les conditions d'écoute de référence, en cabine technique.

De plus, une courbe C très accidentée dénotant une imperfection plus grande du niveau, il a été appliqué une correction de forme de $\pm$ I.
égale à

Nous avons réalisé ensuite le dépouillement habituel, décodage, moyennes pour différents sous-ensembles (λ , μ) rappelés ci-après, puis effectué plusieurs séries de calculs statistiques appliqués à cette expérience particulière.

A Eco	M. Qu. Sou. S. Or. Rel f. m. F.
II4 Com	f. m. F.
II4 Red	f. m. F.
(A+Eco), M, Qu, Sou, Com	f. m. F.
A+Eco, S, Qu, Sou, Com	f. m. F.
MOY GENE	

ETUDE DES MOYENNES

L'ensemble des valeurs numériques était d'un volume tel qu'il était impossible de présenter et d'exploiter directement ces données. Par conséquent nous n'avons pas procédé aux diverses comparaisons faites lors des expériences précédentes.

Il est cependant intéressant de donner quelques indications générales sur les ordres de grandeur des moyennes générales, pour chaque modulation A, B, ... δ , Σ , en se restreignant à quelques valeurs (a, m, w,), de la variable "latine" $x_{a_i j}$.

	MOYENNES									DISPERSION								
	X= amplitude			Y=correction			Z= qualité			X=amplitude			Y=correction			Z=qualité		
	a	m	w	a	m	w	a	m	w	a	m	w	a	m	w	a	m	w
A	I0,0	I3,9	I4,2	2,2	3,I	3,0	I2,0	I0,6	II,I	2,6	2,3	2,5	I,4	I,4	I,4	I,7	2,0	2,I
B	I0,5	II,4	I2,I	3,2	2,7	2,6	I0,4	I0,7	I0,6	2,2	2,2	2,I	4,7	3,9	2,I	2,8	2,7	2,7
C	9,9	I0,7	II,I	2,7	2,2	2,3	I0,5	I0,6	I0,2	2,0	I,9	2,I	2,8	I,5	I,4	2,4	2,3	I,9
D	II,0	I2,3	I3,0	2,5	2,6	3,I	II,2	I0,9	II,2	2,0	2,0	2,0	I,4	I,2	2,I	2,2	2,7	2,4
E	I2,2	I3,I	I3,3	2,3	2,7	3,3	9,I	9,3	9,3	2,2	2,0	2,I	I,3	I,4	I,6	2,6	5,I	3,7
α	I0,4	I0,2	I0,7	I,8	I,9	I,9	I3,0	I2,4	I2,9	2,4	2,2	2,0	I,4	I,0	I,I	3,2	2,I	2,2
β	I0,2	9,6	I0,I	2,I	2,3	2,7	I0,4	I0,5	I0,0	2,0	2,0	2,3	I,2	I,5	I,5	2,8	2,4	2,8
γ	9,0	8,3	8,6	2,0	2,6	2,4	I0,7	I0,6	I0,2	2,6	2,5	2,2	I,6	2,5	I,8	2,3	3,0	2,8
δ	II,4	II,2	II,4	2,6	2,7	2,8	9,8	9,8	9,I	I,7	2,0	2,0	I,I	I,5	I,7	2,8	2,4	2,7
ε	I2,3	I2,2	I3,I	2,9	2,9	3,2	9,3	9,I	8,6	2,3	2,0	I,9	I,5	I,4	I,2	2,7	2,9	2,6

Les dispersions sont relativement importantes, surtout pour la variable Y .

Elles ne diffèrent pas dans leur ensemble, que l'écoute soit soutenue ou relâchée, les haut-parleurs de bonne ou quelconque qualité, selon le relief sonore ou le studio.

Les corrections locales de niveau souhaitées, en fonction de traitements différents de la dynamique, sont donc très diversement appréciées. Ceci non seulement pour nos sujets "glissants", mais pour certains sujets très qualifiés avec lesquels nous avons effectué les répétitions préalables. D'une manière générale, les dispersions et les différences entre moyennes ont le même ordre de grandeur, ce qui rend plus délicat l'interprétation des faibles écarts.

Il est intéressant d'analyser le tableau des moyennes générales en indiquant les valeurs extrémales de X, Y, Z.

variable $x_{a,i}$ →

	a	b	c	y
A	X Y Z	X Y Z		
B				
ε				

a) lorsque $x_{a,i}$ varie de a à y

$$10,0 < X < 14,5$$
$$1,9 < Y < 3,4$$
$$10,4 < Z < 12,2$$

b) pour $x_{a,i}$ fixe, variation importante de X, Y, Z si l'on parcourt les 10 modulations. Par exemple :

a	m	w
$9,0 < X < 12,2$	$8,3 < X < 13,9$	$8,6 < X < 14,2$
$1,8 < Y < 3,2$	$1,9 < Y < 3,1$	$1,9 < Y < 3,0$
$9,1 < Z < 13,0$	$9,1 < Z < 12,4$	$9,1 < Z < 12,9$

Dans l'ensemble les modulations et les différents réglages peuvent être convenablement séparés.

Une étude analogue réalisée pour comparer l'ouïe normale et l'ouïe perturbée montre une influence à première vue indiscutable, d'un ordre de grandeur semblable pour les 3 variables X, Y, Z.

CALCULS STATISTIQUES COMPLEMENTAIRES

On affecte aux modulations A, B ... $\gamma, \delta, \varepsilon$ l'indice ν variant de 1 à 10, λ et μ étant définis comme ci-dessus.

A chaque (λ, μ) correspond une feuille de résultats moyens, portant sur 10 ν différents.

INFLUENCE DES TRAITEMENTS DYNAMIQUES

C'est l'objet principal de ce chapitre, l'importance relative des divers facteurs de forme et d'amplitude concernant le réglage de la dynamique au voisinage d'une "bosse" ou d'un "creux".

Pour chaque ensemble (λ, μ) et chaque ν on a effectué le calcul suivant (273 c) :

Les valeurs des variables X, Y, Z dependent pour chacune d'elles de 5 indices, dont la combinaison répond au développement des 3 carrés latins orthogonaux. Pour simplifier, nous appellerons ces valeurs :

$X_{a, b, c, d, e}$

$Y_{a, b, c, d, e}$

$Z_{a, b, c, d, e}$

Explicitons le calcul pour X, par exemple.

A chacune des valeurs de l'indice correspond une modalité d'un des facteurs A, B, C, D, E. On note par $\overline{X_i^A}$ la moyenne des résultats obtenus avec la modalité i de A... et de même $\overline{X_m^E}$. $\overline{X}$ est la moyenne générale des 25 valeurs de X.

A	B	C	D	E
R ou ρ	R' ρ'	Δt $\Delta\tau$	$\Delta t'$ $\Delta\tau'$	ΔL Δ -

On forme

$$S_a^2 = 5 \sum_i \left(\overline{X_i^A} - \overline{X} \right)^2$$
$$S_b^2 = 5 \sum_i \left(\overline{X_i^B} - \overline{X} \right)^2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$S_e^2 = 5 \sum_m \left(\overline{X_m^E} - \overline{X} \right)^2$$
$$\Sigma^2 = \sum_{i,j,\ldots,m} \left(X_{i,j,\ldots,m} - \overline{X} \right)^2$$

pour les 25 combinaisons d'indices

puis

$$S'^2 = \Sigma^2 - S_a^2 - S_b^2 - S_c^2 - S_d^2 - S_e^2$$

On calcule alors les rapports de Snedecor, soit en tenant compte des degrés de liberté (4 pour toutes les estimations de variance) :

$$F_a^X = \frac{S_a^2}{S'^2} \qquad F_b^X = \frac{S_b^2}{S'^2} \quad \cdots \qquad F_e^X = \frac{S_e^2}{S'^2}$$

et de même

$$F_a^Y = \frac{S'^2_a}{S'^2} \quad \cdots \qquad F_e^Y = \frac{S'^2_e}{S'^2}$$

$$F_a^Z = \frac{S''^2_a}{S''^2} \quad \cdots \qquad F_e^Z = \frac{S''^2_e}{S''^2}$$

Des calculs analogues ont été menés à partir des moyennes de X, Y, Z évaluées sur les réponses correspondant à des ensembles de couples (λ, μ) :

$(\lambda = A ; \forall \mu)$
$(\lambda = \text{Eco} ; \forall \mu)$ — Influence des salles

$(\lambda = \text{II4, Com} ; \forall \mu)$
$(\lambda = \text{II4, Red} ; \forall \mu)$ — Influence de la bande passante

$(\forall \lambda ; \mu = f)$
$(\forall \lambda ; \mu = m)$
$(\forall \lambda ; \mu = F)$ — Influence du niveau

De même pour l'ouïe normale et perturbée.

Selon la méthode classique des tests d'hypothèse, pour étudier le rôle d'un facteur nous devons comparer $F(4,4)$ au seuil relatif au risque accepté de conclure à tort à l'influence de ce facteur (136 ℞).

$1-P$	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
F_4^4	4,0	6,4	9,6	16,0	23,2	53,4

Tous ces calculs ont naturellement été réalisés grâce à l'appui d'une calculatrice. Nous avons présenté les valeurs de F, dans les tableaux 100 à 110, de manière ordonnée selon notre plan de recherches. Les valeurs significatives sont soulignées par un trait plus ou moins épais. On a retenu $F \geq 6,4$.

On peut faire sur ces documents très denses une quantité indéfinie d'observations. Nous en avons réalisé une analyse très longue qu'il serait fastidieux d'exposer in-extenso. Aussi, plus encore que pour les chapitres précédents, avons-nous retenu seulement le résumé des points les plus caractéristiques.

Observations sur (A, Eco) M. S. (tabl.100)

L'influence de ΔL et $\Delta\lambda$ est prédominante.

Amplitude : 16% de cas sign., groupés de manière ≠ selon M, ou S, A ou Eco.

ΔL est beaucoup plus sign. que $\Delta\lambda$; l'un et l'autre le sont généralement plus en Stéréophonie qu'en monophonie, mais cette influence dépend des salles.

Pour certaines modulations (B, chant théâtral) tous les facteurs R, R', Δt, $\Delta t'$, ΔL sont signif., dans le cas A, Mono, mais non pour A, Stéréo.

Correction : cas sign. 12%.

En général, R, R', Δt, $\Delta t'$, ρ, ρ', $\Delta\tau$, $\Delta\varepsilon$ très peu sign. sauf pour certaines modulations.

La régulation des "creux" est alors moins précise que celle des "bosses"; en général elle est peu critique, sauf pour $\Delta\lambda$.

Qualité : cas sign. 11%.
Aucune influence des facteurs pour la modul. γ.
Très faibles infl. dans l'ensemble.

Observations sur (A, Eco) - Qu. Or. (tabl.101)

Certaines modul. sont plus sensibles dans l'ensemble.

Amplitude : cas sign. 17%.

Différence importante entre Qu et Or, A et Eco, et surtout ΔL et $\Delta\lambda$.
Pas de différence sensible entre creux et bosses.
Cette impression d'amplitude provient essentiellement du niveau imposé pour l'accident central.

Correction : cas sign. 11%.
Aucune influence, en général, de tous les facteurs R, R', ..., rarement de ΔL et $\Delta\lambda$.

Qualité : sign. 14%.

La forme de la 2ème partie (R' ou ρ') paraît beaucoup moins importante que celle de la première.

Observations sur (A, Eco) - Sou. Rel. (tabl.I02)

Comportement très ≠ suivant les modulations.

Amplitude : sign. I5%

Infl. prédominante de ΔL, mais pas toujours, et rarement de $\Delta\lambda$.
Infl. importante Sou-Rel. Quand les facteurs de forme R,R', sont sign.,c'est en écoute soutenue.

On est donc plus exigeant pour la préparation et l'élimination de l'accident de dynamique en écoute soutenue. Mais l'écoute relâchée peut être fort critique elle aussi.

A noter importance extrême de certains ΔL (F= I88)

Correction : sign. 6%

Peu d'importance des facteurs pour ce groupement, sauf pour ΔL et quelquefois $\Delta\lambda$, en écoute relâchée (β, δ, Rel, Eco).

Qualité : cas sign. I4%, groupés pour certains "rectangles" du tableau (modulation, salle, attention donnés).
Pas d'infl. directe des types G, D, S.

Observations sur (A, Eco, II4 Com) f. m. F. (tabl.I03 et I04)

Sur l'ensemble des trois variables X, Y, Z, différence très nette entre les 3 salles, II4 Com est beaucoup moins sign., puis A, puis Eco. C'est-à-dire qu'une écoute dans de très bonnes conditions est beaucoup moins critique en ce qui concerne les paramètres de forme.

Observation $\pm$ valable selon les modulations.

Amplitude : sign.I2%.

R, R' très peu sign., Δt, $\Delta t'$ assez peu, ΔL beaucoup plus ρ, ρ' très peu (<R, R'), $\Delta\tau$, $\Delta\tau'$ très peu ($\leq \Delta t$, $\Delta t'$), $\Delta\lambda$ beaucoup plus (mais $<<\Delta L$)

Donc : bosses beaucoup plus "critiques" que les creux.
Infl. niveau d'ensemble très nette, varie selon modul.

Correction : sign. I2%.

Nombreuses modul. très peu sign.

Creux plus "tolérants" que bosses, mais, là encore, exceptions marquantes (modul α, Eco, f....).

Infl. R > Infl. R' , de même souvent infl. ρ > infl ρ'

Qualité : cas sign. 9%.

C'est la variable pour laquelle les facteurs étudiés sont les moins importants. R, R' n'interviennent pas, sauf rares exceptions, alors fort nette; Δt, $\Delta t'$, surtout ΔL et parfois $\Delta\lambda$ couvrent tous les cas significatifs.

On est donc assez tolérant, plus pour les creux que pour les bosses.

L'ordre d'importance des facteurs Δt, $\Delta t'$, $\Delta\tau$, $\Delta\tau'$, ΔL, $\Delta\lambda$ varie selon les modulations, les salles et les niveaux.

Quand on note une infl. nette sur la qualité Z, il en est assez souvent de même pour les autres variables X et Y; la "qualité" paraît donc liée à l'amplitude ou aux corrections de niveau.

Observations sur II4 (Com, Red) - f. m. F. (tabl. I05 et I06)

C'est à bande réduite que l'on rencontre les rapports de Snedecor les plus grands. L'observateur serait donc plus exigeant pour le réglage de la dynamique avec ce mode d'écoute.

Amplitude : sign. 9%.

Très peu de cas sign., R, R', ρ, ρ' très peu, ni Δt, $\Delta t'$ $\Delta\tau, \Delta\tau''$ quelquefois.

Pas d'infl. systématique du niveau, mais très grande sur cas particuliers.

Infl. très nette de la bande passante; souvent plus sign. à bande réduite.

Correction : sign. I0%

Infl. très nette de la bande passante sur l'aspect des tableaux (en s'attachant à la répartition des cas sign.)

Qualité : sign. I2%

Infl. Com-Red très appréciable.

Les niveaux F et f paraissent plus sign. dans Red pour les "bosses", f plus sign. dans Com pour les "creux". Exceptions.

Observations sur MOYENNE GENERALE (tabl. I05)

Récapitulons pour chaque facteur, le nombre de cas significatifs.

R	R'	Δt	$\Delta t'$	ΔL	ρ	ρ'	$\Delta\tau$	$\Delta\tau'$	$\Delta\lambda$
I	I	I	I	9	0	2	2	2	7

Ils ne se rencontrent que pour certaines modul. (sauf pour ΔL et $\Delta\lambda$). Sauf pour les niveaux, il n'apparaît pas que les creux soient plus "tolérants" que les bosses. Cela dépend du facteur et de la variable.

Mais en effectuant la moyenne de tous les cas expérimentaux, on estompe de manière excessive l'influence des paramètres extérieurs et des modulations, dont l'importance est démontrée par les tableaux précédents.

Observations sur (A + Eco) M. S. (Qu, Sou, Com). (tabl. I07, I08)

Pour les maxima ("bosses") un peu plus de cas sign.en stéréo à niveau F.

Amplitude : sign. I3%

Beaucoup de différence entre les cases des tableaux correspondant à M et S.

Dans certains cas ΔL (quelquefois $\Delta\lambda$) moins sign que $\Delta t'$, souvent alors $\Delta t' > \Delta t$. Cela laisse prévoir une certaine corrélation entre ΔL, Δt, $\Delta t'$.

Correction : sign. 9%

Certaines modul. très peu sign. En règle générale, l'infl. des modul. ne peut être reliée aux types G, I_D, TD, TS.

Pas d'influence d'ensemble du niveau, mais beaucoup sur le détail de la répartition des cas sign. ("saupoudrage").

Qualité : sign II%

Caractère sign. groupé dans certains "rectangles" des tableaux.

Des modul. pour lesquelles R, R', ρ, ρ' ne sont jamais sign.

Par contre Δ t, Δt', Δ L peuvent alors l'être beaucoup. Exemples :

Modul. D (Maîtrise, contrastes, aigus, peu de graves)

Modul. α (Symph., plus uniforme, moins d'aigus, plus de niveau F graves).

Observations sur A. Eco. II4 Com. II4 Red. (tabl.I09)

Toutes les autres modalités des paramètres extérieurs sont mélangées.

Creux non sign. pour toutes les variables dans II4 Com (le sens critique du musicien s'exprime donc moins facilement avec cette écoute de haute qualité).

Prédominance marquée de Δ L, puis $\Delta\lambda$, quelquefois R ou R', jamais Δt, quelquefois $\Delta\tau$ ou $\Delta\tau'$.

Amplitude : cas sign. I5%.

ΔL beaucoup plus sign que $\Delta\lambda$, plus dans Eco que dans A

Influences locales de la bande passante et de la salle.

Correction : cas sign. 8%

Infl. plus nombreuses pour (, A).

ρ , ρ', $\Delta\tau$, $\Delta\tau'$, R, R', Δt, Δt' pas d'influence (sauf cas très partic.)

Modulations entières sans cas sign. (B, C, γ ε), très diverses en TD et TS.

II4 Red apporte les valeurs les plus sign. pour ΔL et $\Delta\lambda$.

Qualité : sign. 7%.

Infl. très nette des salles et de la bande passante en considérant les cas d'espèce.

Observations sur f. m. F. tabl.II0)

Les cas sign. sont groupés dans certains rectangles (modul x niveau).

Influence très forte de certains paramètres (R, ΔL) selon le niveau d'écoute.

Amplitude : sign. 6%

C et γ : pas de cas sign.

L'importance de la variation de niveau (ΔL, $\Delta\lambda$) est en général beaucoup plus grande que celle de la manière dont on l'atteint, mais cette règle peut être complètement inversée dans certains cas particuliers.

Correction : sign. I4%

Groupement de cas sign. à niveau moyen pour β et δ, et de manière extrême. Pas de tels groupements sur les "bosses". Ici les creux peuvent donc, pour des modul. particulières, être plus sensibles aux facteurs R, R'...

Qualité : cas sign. 8%

Modulations C et γ pas d'influences (même oeuvre symph. moderne, TS très $\neq$).

Creux plus sign. à L moyen ou faible, bosses plus sign. à niveau fort. Cette remarque est très importante pour la régulation de l'intensité sonore par le metteur en ondes, en fonction de celle qui serait souhaitée par un auditeur.

Observations sur l'influence de la qualité de l'ouïe (tabl.III et II2)

Répartition très différente des caractères significatifs, surtout pour les valeurs les plus grandes des rapports de Snedecor.

Ces deux tableaux n'ont aucune ressemblance et paraissent souvent se contredire, les cas sign. dans l'un ne l'étant pas dans l'autre.

Cette dissemblance est qualitativement du même ordre à tous les niveaux et aussi pour chacun des facteurs R, R' ... pris isolément.

Nombre de cas sign. : ouïe normale I2%
ouïe perturbée I5%

Les essais correspondants n'ont été réalisés qu'avec le concours d'un seul observateur. L'aspect général des tableaux, pour lequel nous pourrions reprendre le modèle des cloisons plus ou moins "étanches" (chapitre I3) n'est pas différent de celui que nous avons obtenu avec l'auditoire estudiantin. Une remarque cependant : les réglages ΔL et $\Delta\lambda$ ont perdu leur prédominance, tant en ouïe normale qu'en ouïe perturbée, ce que l'on doit imputer à l'expérience professionnelle du sujet. Il est certain que pour un musicien ou un metteur en ondes la façon d'aborder ou de dépasser le cap d'un accident local de dynamique est au moins aussi importante que la correction ponctuelle effectuée sur cet accident.

On note aussi que la perturbation de l'ouïe ne change pas l'aspect d'ensemble des tableaux, mais en modifie complètement le détail. D'où l'importance extrême d'une audition intacte, car le preneur de son travaille (en principe) pour des sujets "otologiquement sains".

L'influence des modulations sur ces observations est évidente et confirmée par l'examen des tableaux.

Influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention, de la salle, de l'ouïe

Cette étude porte plus particulièrement sur l'influence directe de ces paramètres, en traitant par le test de Student-Fisher tou-

tes les valeurs de chaque variable X, Y, Z pour toutes les feuilles de dépouillement. Celles-ci comportent, pour différents jeux de paramètres et pour chaque variable, 25 valeurs, développement du tableau des carrés latins.

On constitue 2 suites correspondantes en réunissant tous les cas indiqués entre parenthèses pour chacun des termes de la comparaison, situés à droite de l'accolade.

$$(A + Eco) \begin{cases} M \\ S \end{cases} \qquad (A + Eco) \begin{cases} Qu \\ Or \end{cases} \qquad (A + Eco) \begin{cases} Sou \\ Rel \end{cases}$$

$$(M + S,\ Qu + Or,\ Sou + Rel) \begin{cases} A \\ Eco \end{cases} \qquad (II4,\ Com) \begin{cases} Normale \\ Perturbée \end{cases}$$

On calcule $\overline{d}_x = Moy(x_k - x'_k)$ $\qquad t_x = \frac{\overline{d}_x \sqrt{n}}{s}$, $\overline{d}_y = \ldots$

D'où les résultats présentés dans le tableau II3; pour l'étude de l'ouïe, on a d'abord séparé les niveaux d'écoute.

Observations sur les essais collectifs, ouïe normale (tabl.II3, I^e partie)

Grand nombre de cas significatifs.

	M.S	Qu-Or	Sou-Rel	A.Eco	Σ
Ampl.	9	5	6	6	26
Corr.	9	7	4	7	27
Qual.	9	7	6	7	29
Σ	27	19	Io	20	82

Influence très importante du relief, beaucoup moins de l'attention.

Grande importance des modulations. Pour certaines, l'effet des paramètres est relativement faible. Aucune modulation n'est sign. pour tous les cas. On trouve toujours au moins un paramètre et un cas de comparaison tel qu'on ne puisse distinguer les deux modalités du facteur correspondant.

Les 3 variables ont des propriétés du même ordre. La correction est cependant moins sensible à la "dichotomie" Sou-Rel. Cela paraît normal, de même que pour l'amplitude et la qualité sur lesquelles l'action est pourtant plus nette.

Bien que l'attention soit le paramètre le moins significatif, il existe une forte différence lorsque l'attention est soutenue ou relâchée.

Essais avec l'ouïe normale ou perturbée (tabl.II3, 2^e partie)

Nombre très important des cas significatifs.

Tous niveaux confondus, on note une très grande influence des caractéristiques de l'oreille, quant à l'amplitude et la qualité. La "correction" n'est par contre que peu touchée; il semble donc que l'effet perturbateur touche plutôt la sensation globale que la perception détaillée.

La répartition selon les niveaux montre que la grosse différence entre normal et perturbé se produit à niveau

faible ou moyen; le niveau fort est relativement peu sensible, sauf dans des cas particuliers qui ne paraissent pas liés aux types G, D, S.

On peut penser qu'une certaine gêne provoquée par l'intensité sonore à F, donnant une certaine sensation d'écrasement ou de "saturation" du studio, nivelle les réactions en fonction de l'ouïe. Mais ceci est loin d'être vrai pour toutes les modulations, certaines pouvant, fait bien connu, être écoutées sans dommage à fort niveau.

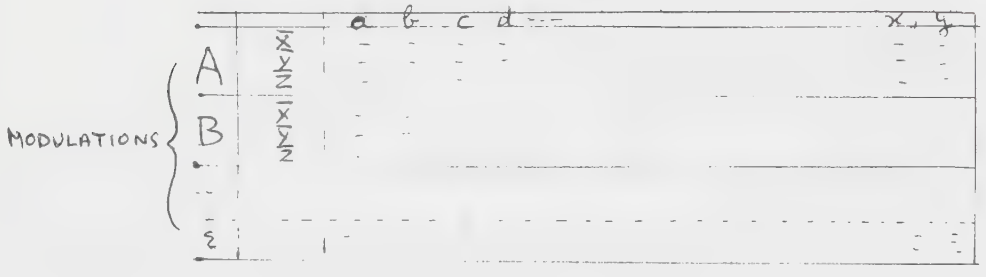
Etude des corrélations entre variables X, Y, Z.

Nous avons calculé les coefficients de corrélation (1332) entre les variables prises deux à deux, pour leurs valeurs moyennes sur différents ensembles (λ, μ), soit :

ρ (amplitude, correction)
ρ (correction, qualité)
ρ (qualité, amplitude)

Pour cela, on a, d'après les feuilles de dépouillement indiquant les valeurs moyennes des variables pour le cas (λ, μ) choisi, ordonné ces valeurs pour obtenir 3 suites correspondantes.

Exemple : cas (A+Eco) (S, Qu, Sou, Com) M



(les suites ont chacune 250 termes)

Dans les tableaux II4 à II7, on a souligné en trait fin les coefficients dont le module était à 0,500 et en trait fort les coefficients supérieurs en module à 0,700.

Etant donné le grand nombre de couples sur lesquels porte le calcul, le test de signification de Fisher et Yates (382) montre que ces valeurs limites sont bien supérieures à celle qui correspond à la non-corrélation.

Observations sur les cas (A), (Eco) M.S. Qu.Or. Sou.Rel (tabl.II4)

Faible taux d'ensemble de caractères sign. (6%) et répartition très inégale.

Pas de valeur $> 0,9$ pour ρ, mais existence de valeurs très proches de zéro, cas strictement non significatifs.

Les trois coefficients ρ_{AC}, ρ_{CQ}, ρ_{AQ} sont souvent très différents, mais non en moyenne. L'ordre obtenu selon la relation " $<$ " dépend énormément des "cases" du tableau II4. Par exemple si l'on a pour

[salle (A), M, modul."B"] $\quad |\rho_{CQ}| < |\rho_{AC}| < |\rho_{AQ}|$

pour des cases même voisines, de telles relations seront très différentes.

Le signe de ρ est le plus souvent positif pour ρ_{Ac} presque toujours négatif pour ρ_{Cq} et ρ_{Aq}.

Quand l'amplitude est stochastiquement liée à la correction cette relation est positive (l'exigence de l'auditeur sur le niveau croît avec la sensation d'amplitude). Par contre, en cas de liaison significative, la qualité décroît avec l'exigence de l'auditeur sur la précision des niveaux et l'amplitude subjective.

Très grosse influence des modulations.

Les paramètres des colonnes (M, S ...) interviennent moins quoique nettement.

ρ (Amplitude, Correction) :

La corrélation entre ces deux variables n'est pas toujours la plus nette et si l'on trouve des valeurs particulièrement élevées, les nombres très faibles prédominent.

cas sign. 7% cas peu sign. 25%

Effet des modulations très important, comme du local ou du relief.

Infl. Qu-Or = nette un peu moins que M-S, beaucoup moins dans Eco que dans A.

Infl. Sou-Rel : aussi importante que celle du relief.

Les $|\rho|$ sont très souvent beaucoup plus grandes dans la salle Eco. Cette observation est très importante pour la prise de son, puisque la relation entre l'amplitude subjective et la précision du réglage dépend beaucoup du local d'écoute.

ρ (Correction, Qualité) :

Bien que les instructions préalables aient écarté ce point de vue, on pourrait penser que les sujets tendaient à interpréter la "correction" comme une correction de qualité. Le fait que l'ordre de grandeur des ρ_{Cq} obtenus soit semblable à celui des deux autres milite en faveur d'une bonne compréhension du problème. Nous avons d'ailleurs éliminé un certain nombre de réponses douteuses.

cas sign. 6% cas peu sign. 26%

Grosse infl. des modulations. Pour γ, aucun cas sign. Pour d'autres modul. la correction est très liée à la qualité, mais dans l'ensemble moins qu'à l'amplitude.

Influence du relief : assez nette dans studio A, beaucoup plus dans Eco.

Qualité des haut-parleurs, attention, salle : influences très variables selon les modulations, parfois très nettes, souvent moyennes.

ρ (Qualité, Amplitude) :

cas sign. (5%) assez sign. (17%)

Cette proportion faible de cas significatifs ne doit pas masquer le fait que les corrélations sont dans l'ensemble du même ordre que les précédentes.

Infl. M S : nette dans studio A, plus encore dans Eco

Infl. Qu-Or : assez nette dans st. A ou Eco et presque systématique ($\rho_{Qu} > \rho_{Or}$).

Infl. Sou-Rel : assez peu nette, sauf pour certaines modulations, un peu plus dans Eco que dans A.

Observations sur les cas (A, Eco) f, m, F. (tabl. II5)

Grosse différence entre bosses et creux (les premières beaucoup plus sign.)
Le signe de suit des lois beaucoup moins nettes que pour les groupements de paramètres qui précèdent. En particulier, ρ_{AQ} n'est pas toujours négatif.

Influence très nette des modulations.

Certaines corrélations sont très importantes ($\sim 0{,}85$)

Différence d'ensemble entre les niveaux (pour F, corrélations plus nettes, mais pas partout).

Influence très visible des salles.

Nota : on pourrait inclure II4 Com" dans la comparaison, mais, en raison du nombre insuffisant de sujets pour ce 3e cas, cette confrontation est surtout valable pour la moyenne des 3 niveaux (tableau II7)

Il s'agit en fait de comparer une très bonne écoute (II4 Com) à une écoute moyenne réalisée dans deux salles plus petites (A, Eco).

Disons seulement que le nombre de cas significatifs est beaucoup moindre dans II4 Com; une écoute de haute qualité donne beaucoup moins d'unité à un ensemble de facteurs très complexes traduits objectivement par les réactions des sujets pour l'"amplitude", la "correction", la "qualité".

ρ (Amplitude, Correction).

cas sign. IO% assez sign. (I5%)

Corrélations très faibles ou faibles à niveau f, et même souvent à niveau moyen ou fort.

Infl. A-Eco très importante.

ρ (Correction, Qualité)

cas sign. 8% assez sign. 28%

L'influence du niveau est encore très importante, de même que celle de la salle.

La plupart des ρ élevés sont à F, pour les "bosses", mais non pour les "creux". Cette observation n'est plus exacte pour II4 Com.

ρ (Qualité, Amplitude)

cas sign. (8%) assez sign. (28%)

Infl. niveau : très nette - corrél. nulles : par exemple dans Eco à f pour certaines modulations (A, C, α, γ).

Infl. salle : aussi très importante à tous niveaux, mais portant alors sur des points (modul., salle, niveau) différents.

Observations sur corrélations II4 (Com, Red) f, m, F. (tabl. II5)

Différence entre bosses et creux accentuée pour Red, faible pour Com. Les creux peu sign. pour Red, les bosses pour Com. Cette observation est importante et s'interprète en fonction de l'acuité de l'image sonore (plus précise pour les bosses "Com").

Certaines corrélations très importantes, mais souvent très faibles, significativement nulles.

Pas de variation systématique avec le niveau global.

ρ (Amplitude, Correction)

cas sign. 8% assez sign. 6%

Corrélations très faibles à niveau m, dans Com.

Infl. importante du niveau, pas pour toutes les modul moins nette pour creux Red.

Infl. bande passante peut être extrêmement nette.

ρ (Correction, Qualité)

cas sign. 6% assez sign. I7%

Infl. du niveau souvent floue, quelquefois très nette

Grande influence de la bande passante.

ρ (Qualité, Amplitude)

cas sign. 3% assez sign. 4%

Valeurs de ρ à niveau fort souvent plus élevées qu'à f

Grand nombre de corrélations sign. nulle

Infl. bande passante faible à niveau faible.

Observations sur corrélations M, S. f, m. F. (tabl.II6)

Très peu de cas significatifs, peu de différence entre creux et bosses.

Pour modulation A (⌒) les ρ sont assez importants.

Autres différences entre modulations : peu nettes, noyées dans le caractère non-significatif.

Influence importante du niveau (bosses > creux)

_ (Amplitude, Correction)

sign. 7% assez sign. 5%

Infl. du relief très nette pour un certain nombre de points exp. Noyée le plus souvent dans le non-sign.

_ (Correction, Qualité)

sign. 3% assez sign. 20%

Assez souvent $|\rho|$ ↗ avec L

Infl. importante du relief, moins à niveau f.

_(Qualité, Amplitude)

pas de cas sign. (au seuil 0,75)

I5% de cas assez sign. (seuil 0,50)

Pas d'effet systématique du niveau L, mais très net du relief sur certaines modulations.

Remarques sur la MOYENNE GENERALE. (tabl. II6)

cas sign. 30% cas assez sign. 23%

- En groupant tous les points expérimentaux, on trouve donc à peu près 50% de coefficients dont le module est supérieur à 0,5 .

- Influence très importante des modulations

Corrélation amplitude-correction toujours positive : on est plus exigeant pour les modulations à forte dynamique. Par contre les autres corrélations sont négatives ou nulles. Cette exigence concerne donc un réglage fin du niveau sonore, mais la qualité esthétique ne suit pas l'amplitude de la dynamique. Ceci naturellement pour les modulations différentes expérimentées. Dans le chapitre suivant, on étudiera des variations de dynamique pour une même modulation.

Observations sur les corrélations A., Eco., Com., Red., f., m., F. (tabl.II7)

Ici, tous les paramètres sont muets, sauf un.

Comparaison A-Eco :

sign. 10% assez sign. 30%

Influence nette des salles (sauf pour A)

Différence caractéristique entre bosses et creux (A beaucoup + sign. pour les premières).

Comparaison A-Eco-II4 Com : infl. très importante, varie selon les modulations.

Comparaison Com-Red :

sign. 5% assez sign. 13%

Coefficients plus sign. à Red et Com

Nombreuses inversions du signe de ρ en passant de Com à Red.

Tout cela dépend énormément des modulations.

Comparaisons f - m - F :

cas sign. 20% , assez sign. 22% - La plupart groupés à niveau fort (on atteint $\rho = 0,9$)

Donc grosse influence de L, ainsi que des modul.

Signe de ρ : pour les bosses, inversion de signe entre des ρ relativement nets (modul A, f et F par exemple). Dans certains cas, la signification psychologique de l'amplitude et de la correction est très modifiée en passant d'un niveau très faible à un niveau moyen.

VUE D'ENSEMBLE

Ce groupe d'expériences avait pour but principal la mise en évidence des diverses modalités concernant l'appréciation des propriétés "locales" de la dynamique. Pour divers sous-ensembles $\mathcal{E}$ de l'espace des paramètres, cette perception possède des caractères bien individualisés; ceux-ci peuvent être très différents pour d'autres sous-ensembles $\mathcal{E}''$ voisins, c'est-à-dire ne différant des précédents que par la variation d'un ou deux paramètres.

Ceci se traduit sur les tableaux de résultats par la propriété suivante: ces tableaux sont formés de cases, définies par les $\mathcal{E}'$; des cases voisines correspondent à des $\mathcal{E}'$ voisins. Les valeurs des critères de jugement indiqués dans des cases voisines ne présentent pas de relation apparente. Reprenons le modèle des cloisons plus ou moins "étanches" du chapitre I3, où l'on admet que des cases adjacentes sont séparées par des cloisons d'autant plus épaisses que les propriétés correspondant à chaque case sont plus différentes. La répartition de ces cloisons n'obéit à des lois simples que pour divers sous-ensembles de ces tableaux, le plus souvent peu étendus.

Cependant cette répartition n'est pas aléatoire et l'on peut donner, après un certain nombre de remarques générales, des indications relativement précises sur l'influence des paramètres observés, les restrictions éventuelles portant sur les domaines de validité.

I°) REMARQUES GENERALES.

a) La perception des modulations résulte d'un échantillonnage, qui dépend de manière fort complexe du point expérimental dans l'espace des paramètres. L'ensemble des perceptions élémentaires, fusionné subjectivement, est la source des réactions objectives du sujet.

b) La notion de qualité a été bien distinguée des 2 autres variables plus strictement liées au niveau sonore. L'ensemble des réponses justifie la définition suivante:

aspect des modulations basé sur l'impression globale d'homogénéité, d'équilibre dynamique et spectral ainsi que sur la clarté la netteté et la précision des contrastes de la scène sonore.

c) les modulations sont bien "séparées" par cette expérience, mais pas plus que les différents traitements de la dynamique; c'est dire que le réglage de la dynamique et la nature des modulations peuvent avoir des effets du même ordre.

Le caractère privilégié du facteur "modulations" est confirmé; cependant la prédominance n'est pas telle que les autres facteurs soient secondaires. Un tel fossé n'existe pas, sauf pour des cas d'espèce; en particulier le "caractère esthétique" repose très largement sur les autres paramètres que la "nature" des modulations. Une modification de ces autres facteurs influe en effet directement sur ce caractère.

Une influence directe des types G, D, S n'apparaît pas.

d) autre enseignement très important : une écoute effectuée dans d'excellentes conditions permet une analyse plus poussée des variables amplitude, correction, qualité; les corrélations entre ces variables sont moindres.

e) Comparaison entre les facteurs de forme (R, R'.... $\Delta\lambda$)
ΔL est de beaucoup le plus important, $\Delta\lambda$ aussi, mais sensiblement moins; les autres facteurs influent souvent peu. Certaines modulations font exception, les durées d'action Δt ou $\Delta\alpha$ de la régulation sont beaucoup plus importantes que la variation du niveau extrémal.

f) Comparaison entre les variables (Ampl., Corr., Qual.)

- Les moyennes sont du même ordre (en ramenant de 0 à 20 l'échelle des corrections). Elles varient de $\mp$ 25%. Il existe donc un centrage spontané, entre 8 et I3.

- Les écarts-types sont relativement faibles pour de tels essais subjectifs, mais plus grands pour la correction de niveau. Un jugement de "correction" apparaît donc plus difficile qu'un jugement

synthétique d'amplitude ou de qualité.

- Les 3 variables se comportent globalement de la même manière (% de cas significatifs, IO à I5%, un peu plus pour l'amplitude).

- Les 3 variables sont dans l'ensemble faiblement corrélées, mais dans d'assez nombreux cas particuliers, les relations stochastiques sont très nettes. La relation entre amplitude et qualité est un peu moins importante que les 2 autres; cela correspond à une écoute artistique, l'extension de la dynamique n'étant pas, et de loin, le seul facteur d'expression musicale.

Il ne manque pas de valeurs très faibles concernant le coefficient de corrélation entre l'amplitude et la correction. La sensation d'amplitude dépasse donc la simple différence de force sonore et se rapporte beaucoup moins que la "correction" à l'intensité subjective proprement dite.

Le signe des coefficients de corrélation, est très généralement : positif entre amplitude et correction, négatif entre correction et qualité, négatif entre amplitude et qualité. Ce dernier point confirme l'observation que nous venons de faire sur l'écoute artistique. Il va de soi que si l'on souhaite une correction importante, notre appréciation de la qualité se dégrade. Enfin l'auditeur est plus exigeant dans l'écoute à forte dynamique.

Cependant, des variations importantes du niveau global L ou d'autres parametres peuvent conduire, dans certains cas d'espèce, à des conclusions contraires, selon la nature des modulations. Cela montre bien que chacune des variables recouvre une réalité complexe, et que ce fait n'est pas le privilege de la "qualité", comme on aurait pu l'escompter.

On peut tenter d'en donner une description s'inspirant d'un modèle proposé par D. Gabor pour la perception de la fréquence (383):

Prenons un observateur déterminé.

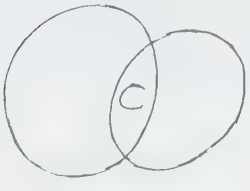
Si nous considérons un axe portant, par exemple une échelle caractérisant l'amplitude, les caractéristiques physiques du champ sonore provoqueraient en premier lieu une sensation liée plus directement à l'aspect mécanique du phénomène; la correspondance entre la sensation et l'amplitude étant imprécise comme une résonance très amortie. Puis interviendrait la perception, processus d'analyse et de jugement strictement psychologique, précisant cette correspondance. D'où traduction de la perception finale en un comportement objectif, la "notation".

La difficulté se cristallise dans la relation entre les deux niveaux traditionnels constitués par la sensation et la perception, domaine bien peu défriché qui dépasse les perspectives du présent travail.

2°) PARAMETRES DE FORME

Il s'agit des facteurs R, R', Δt, $\Delta t'$, ΔL, ρ, ρ', $\Delta\tau$, $\Delta\tau'$, $\Delta\lambda$ caractérisant les variations du réglage de la dynamique.

Ces facteurs sont certainement intimement liés. Par exemple,



la pratique de nos essais a montré l'influence du réglage de la première séquence (avant le maximum, ou le minimum) sur la deuxième, en fonction de la connaissance acquise tant de l'oeuvre que des inten-

tion de l'opérateur. C'est un aspect de l'excitation réciproque de 2 systèmes conceptuels par un sous-système C signalée par Hebb (114 b).

ΔL constitue le facteur primordial, mais non cependant pour toutes les modulations ou sous-ensembles de paramètres. $\Delta\lambda$ est important, quoique dans une moindre mesure. On peut expliquer cette différence entre ΔL et $\Delta\lambda$ en pensant à la relativité de la force sonore (384) ; les sons les plus intenses se détachent mieux, comme le montre l'équation $S = 2^{\frac{P-40}{10}}$ exprimant les "sones" en fonction des "phones' Mais ce raisonnement ne tient pas compte du fait que l'échelle des sones n'est pas forcément valable pour des modulations. D'ailleurs la différence d'action de ΔL et $\Delta\lambda$ conserve son ordre de grandeur en passant d'un niveau d'écoute faible à un niveau d'écoute fort.

R et R' sont très souvent plus importants que ρ et ρ'. Il est plus critique d'attaquer une bosse qu'un creux.

Observation analogue, bien que tempérée, sur le rôle respectif des durées d'action du réglage.

Δt et $\Delta t'$ peuvent avoir aussi une grande influence, mais pour d'assez rares points expérimentaux. On peut soupçonner la possibilité d'une relation entre ΔL, Δt, $\Delta t'$, le caractère significatif pour ΔL comparé à celui de $\Delta t'$ paraissant quelquefois lié à la grandeur relative de Δt et $\Delta t'$. Cette remarque a déja été faite pour l'élaboration de limiteurs à contre-réaction logarithmique (385) , le temps de montée étant alors proportionnel au délai de la boucle de réaction.

Au vu de nos résultats, on peut d'ailleurs être sceptique sur les qualités psychophysiques d'un tel appareil; le plus sage est de se contenter d'un contrôle automatique de la qualité technique des circuits (386), en confiant au preneur de son le soin d'éviter tout recours à quelque limiteur que ce soit.

La mémoire à court terme intervient directement dans l'appréciation de la forme que revêt la régulation locale de la dynamique; on sait qu'il en est de même pour la perception de battements entre sons consécutifs et la perception d'une certaine dureté dans l'évolution des timbres (246 b). Le rôle de la mémoire peut donc dépasser largement celui d'une comparaison d'intensités sonores. C'est le cas pour les expériences présentes, l'action de Δt, ... dépend avec une telle complexité des sous-ensembles $\mathcal{E}_i$ que l'on ne peut en rendre compte ~~pour~~ par une perception des niveaux sonores à l'etat pur.

3°) "CREUX" ET "BOSSES".

Différence d'ensemble entre les rapports de Snedecor et les coefficients de corrélation respectifs, mais on ne peut établir une relation absolue et systématique concernant le rôle relatif des bosses et des creux.

Pour l'amplitude (X) la différence d'influence de ΔL et $\Delta\lambda$ est souvent importante; la distinction creux-bosses (en abrégé Cr-Bs) n'est pas toujours très sensible.

Pour la correction (Y) , on montre que la régulation des creux est moins précise que celle des bosses, de toute manière dépendant peu des paramètres de forme sauf ΔL et $\Delta\lambda$.

Pour la qualité (Z) on est d'une façon générale assez tolérant et davantage pour les creux (Cr) que pour les bosses. (Bs)

D'après les coefficients de corrélation, les différences Cr-Bs sont plus systématiques dans les comparaisons de salles que dans celles des niveaux.

4°) LES MODULATIONS.

L'étude des types dynamiques ou spectraux ne permet pas de tirer des conclusions, sinon quant à l'insuffisance de ces paramètres physiques. Et ceci, bien qu'ils soient beaucoup plus élaborés que ceux dont traitent d'habitude les techniciens de la "prise en ondes".

Cette difficulté se retrouve déjà dans la simple "addition" de sons purs en vue d'obtenir un son complexe (387) ; les sensations élémentaires constituant le timbre ne sont pas reliées directement aux paramètres physiques.

L'influence globale des modulations est pourtant la plus importante de toutes, par le biais des TD, des TS, de l'indice dynamique, mais aussi de caractères plus subtils que nous avons groupés sous le vocable "esthétique".

On remarque, par exemple, que la modulation chantée présente une "vie" telle que les paramètres de forme seraient plus sensibles. Cette observation n'est valable que pour certains ensembles de paramètres et l'on pourrait faire des remarques parallèles pour des présentations musicales en considérant d'autres ensembles.

La nature des modulations est source elle-même d'une influence sur l'importance du relief sonore dans cette série d'essais. La fusion binaurale fait appel, en effet, selon les fréquences à la minostructure du signal ou aux enveloppes dynamique et spectrale (388) ; celles-ci sont modifiées directement par nos traitements complémentaires de la dynamique, d'une manière qui dépend étroitement des modulations elles-mêmes.

L'influence de la correction (Y) est, pour de nombreuses modulations très peu significative en fonction du niveau ou de la salle, très variable en fonction du relief sonore. Dans certains cas, les corrections sont évaluées plus ou moins d'après l'amplitude X et la qualité Z.

5°) INFLUENCE DU NIVEAU GLOBAL.

L'importance du niveau global d'écoute est grande, mais non exceptionnelle, pas supérieure à celle de ΔL ou $\Delta\lambda$. Régler le niveau moyen est bien l'opération la plus facile pour un observateur qui souhaiterait dans les conditions d'écoute qui lui sont propres, retrouver les impressions subjectives du preneur de son et justifiant la régulation de la dynamique. Malheureusement, cela ne lèverait en rien la discordance entre le "point expérimental" du complexe de départ et le "point expérimental" du complexe d'arrivée.

Nous avons vu, en parlant des paramètres de forme, combien le niveau sonore perçu dans cette écoute artistique était plus complexe que la simple sensation de force sonore "pure".

Un niveau moyen très fort donne une importance particulière aux 3 variables amplitude, correction, qualité. Cette influence dépend du relief et de la bande passante, ainsi que de la salle. Cela s'explique assez bien, le temps de réverbération subjectif, qui caractérise assez bien l'ambiance s'accroît avec le niveau sonore (389)

La qualité, elle, dépend de toutes façons des non linéarités de l'oreille, qui s'accroissent avec le niveau (390). Cependant, et c'est là une remarque fondamentale, les "notes" attribuées à la qualité, que nous n'avons pas reproduites faute de place ne montrent pas du tout un accroissement avec le niveau d'écoute moyen. Les "dis-

torsions", si elles s'accroissent, peuvent être marquées par un élargissement de la bande passante perceptible, ces deux facteurs sont pondérés différemment selon les modulations et les autres conditions, le bruit de fond varie, etc...Nous y reviendrons dans l'étude globale de la dynamique, au chapitre suivant.

L'examen de la variable X (amplitude) montre encore que les bosses sont généralement plus importantes que les creux, surtout à fort niveau, mais pas toujours.

6°) LE RELIEF SONORE;

On peut noter une influence très sensible du relief, pour chacune des trois variables amplitude X, correction Y, qualité Z.

Cependant nombre de coefficients de corrélation ρ_{xy} ,etc... sont, en stéréo comme en monophonie, statistiquement non significatifs et l'influence du relief est surtout mise en évidence à partir des données "initiales", réponses fournies par les sujets.

L'impression d'ensemble de relief dépend non seulement du caractère mono ou stéréo de l'écoute, mais aussi de la salle; cette perception de scène sonore plus ou moins étendue est plus ou moins fouillée par l'attention. L'effet stéréophonique paraissant plus directement lié à la forme des ondes sonores frappant la tête de l'observateur (13) et à la différence de "temps d'arrivée" (391) , on conçoit que la salle, imposant au champ acoustique ses conditions aux limites puisse contribuer au relief sonore, sans parler de l'importance des sons réverbérés.

7°) INFLUENCE DE LA SALLE.

L'influence de la salle est très nette, par le biais du relief, du temps de réverbération, mais aussi d'un effet subjectif d'espace physique, de plus ou moins grande liberté laissée à l'auditeur. On peut considérer la salle comme un véritable instrument de musique(392), mais les conditions d'appréciation se révèlent différentes pour la prise de son et l'écoute directe (393) .

Remarquons d'ailleurs que notre méthode expérimentale, se proposant l'étude systématique du maximum de paramètres, impose l'utilisation d'enregistrements. Ceux-ci ont été bien entendu réalisés dans des locaux divers, et portent l'empreinte de l'ambiance correspondante, en particulier de la réverbération. L'influence de la salle d'écoute est en fait la résultante de l'ambiance "de départ" et de l'ambiance "d'arrivée". On affirme couramment que, le temps de réverbération du local d'écoute doit être plus court que celui des studios de prise de son, pour conserver à celle-ci toutes ses qualités. A notre sens, si l'on dépasse le critère de l'intelligibilité pour lequel cette assertion est valable, on peut parfaitement écouter dans un local plus réverbérant qu'à la prise de son. Tout est question de coloration, et nous avons choisi les modulations pour que, malgré les conditions très différentes d'écoute (Studio "114", salle "Eco"), les oeuvres ne risquent pas d'être dénaturées.

Dans cette série d'expériences, particulièrement vouée à la musique, la "qualité" varie selon les salles, mais d'une manière non systématique, et dépend des paramètres fixés.

Pour une écoute dans de très bonnes conditions, la précision du réglage des paramètres de forme est moins sensible à l'écoute.

8°) LA BANDE PASSANTE.

On peut faire ici une remarque analogue à la précédente, l'écoute avec bande réduite parait à certains égards plus favorable au sens critique. C'est probablement une des raisons pour lesquelles des amputations notables de la bande passante influent relativement peu sur le jugement porté sur des oeuvres de haute qualité intrinsèque (394). L'écoute de qualité rend plus tolérant sur la forme des "bosses".

La différence entre creux et bosses est plus accentuée en bande réduite. Par contre la corrélation entre les variables est alors plus importante.

Pour la qualité, les paramètres de forme sont plus significatifs aux forts et moyens niveaux à bande réduite pour les bosses, à faible niveau pour les creux à bande complète.

Les évaluations subjectives de la qualité ne présentent pas de différence systématique en fonction du niveau L et de la bande passante. On a d'ailleurs pu montrer (395) que, pour la musique, le niveau sonore préféré par les auditeurs dépend très peu de la bande passante.

9°) ATTENTION SOUTENUE - ATTENTION RELACHEE.

L'influence est très nette dans le détail, mais globalement c'est la moins importante, surtout pour la variable "correction". ΔL est toujours très important, et parfois aussi $\Delta\lambda$.

On tend à être plus exigeant, en écoute soutenue pour la préparation et l'élimination de l'accident de dynamique; mais l'écoute relâchée peut être fort "critique" elle aussi.

L'influence est assez peu nette sur les coefficients de corrélation, ce qui laisse penser que les relations entre les trois variables prennent des racines plus profondes dans la subjectivité qu'au niveau de l'attention. Le relâchement de celle-ci ne compromet pas la valeur de l'écoute, nous le vérifions une fois de plus.

La matière sonore présente, a fait observer Winckel (10c) en la comparant à la peinture, des imperfections nécessaires. Elles se produisent ici dans la régulation du niveau, qui n'est pas rigidement déterminée et les fluctuations de l'attention fournissent, qu'elle soit soutenue ou relâchée, un échantillonnage valable. La perception de ces défauts lorsqu'ils dépassent le seuil admissible est "granulaire" et rappelle à cet égard les perceptions liminaires au seuil d'audibilité (396).

IO°) QUALITE DES HAUT-PARLEURS.

L'importance de la qualité des haut-parleurs est au moins égale à celle de l'acoustique des salles. Les jugements d'intensité paraissent plus francs avec des haut-parleurs de qualité, les variations de niveau n'entrainant pas de défauts concomitants, tels qu'une différence du bruit de fond (397). Elle intervient dans l'influence du relief et dépend beaucoup des salles.

Suivant les modulations, les coefficients de corrélation entre l'amplitude, la correction et la "qualité", dépendent plus ou moins des haut-parleurs utilisés, souvent assez peu.

Cette influence concerne donc beaucoup plus les "notes" attribuées par les observateurs que les relations entre variables.

II°) L'OREILLE.

La qualité de l'ouïe possède une influence des plus notables. Le paramètre défini dans nos essais ne correspond pas exactement à la dégradation progressive de l'oreille (surdité professionnelle des preneurs de son, presbyacousie) - car le sujet peut trouver alors une compensation progressive de ce défaut par un échantillonnage différent des perceptions. Aussi ne faut-il pas accorder une importance absolue à l'intégrité de l'ouïe; il apparaît cependant, que, sauf compensation, souvent illusoire, une oreille de bonne qualité est indispensable à l'appréciation correcte de la régulation du niveau sonore.

L'observation primordiale a été résumée au début de ces conclusions, et précisée par le modèle des cellules à parois plus ou moins épaisses.

Ce résultat ne paraît pas compatible avec la théorie de R.M. et R.P. Warren (398), pour lesquels l'intensité subjective acoustique ou visuelle est liée de manière rigide "géométrique", à la distance d'écoute. Si cette assertion est déjà contestable pour des sons purs, elle est certainement inexacte pour des modulations complexes. A distance constante, les échelles du niveau sonore et des variables dérivées devraient être les mêmes dans tous les cas, ou varier selon des lois simples, comme on l'attend d'une notion aussi élémentaire que celle de la distance géométrique. Nous sommes loin de compte. On peut évidemment faire intervenir pour les besoins de la cause une distance subjective épousant la complexité de nos valeurs numériques... mais cela n'aurait d'intérêt que de sauver artificiellement une théorie douteuse.

Quoiqu'il en soit, la régulation locale du niveau réserve, comme nous le voyons, bien des difficultés au metteur en ondes qui voudrait s'affranchir des paramètres généraux de l'écoute et ne tenir compte que de ceux du complexe de départ, son domaine. On peut affirmer que la matière sonore, écoutée dans des conditions différentes, et à priori aussi valables, a toutes chances de n'être pas la meilleure possible et de présenter des défauts incontrôlés. L'utilité d'une écoute semblable à celle de l'auditeur moyen apparaît nécessaire lors de la prise de son elle-même.

I8 - LA REGULATION DU NIVEAU SONORE
PROPRIETES GLOBALES

Dans la série d'expériences qui fait l'objet de ce chapitre, nous avons tenté d'aborder le problème le plus important que pose la dynamique sonore: l'influence sur la perception de séquences assez longues pour avoir une signification artistique. Les études que nous avons déjà réalisées laissent pressentir la difficulté de mettre en évidence des lois simples, liant l'aspect psychologique à des paramètres physiques mesurables.

On sait que, s'il peut en être ainsi pour des sons isolés, pensons à la notion de consonance (399), ou à la perception binaurale de la hauteur tonale (400) la question est bien loin d'être résolue pour les modulations artistiques et même pour les haut-parleurs qui les produisent (401).

Un exemple banal résume le problème : la "dynamique" de la parole, évaluée couramment à 30 dB (402), dépend de sa définition : s'agit-il d'une différence de niveau moyen, ou de crête, entre la parole forte et la parole faible, tient-on compte ou non des silences ? L'option est variable: en effet selon le caractère artistique de l'oeuvre, les silences font plus ou moins partie intégrante de la modulation utile. La dynamique subjective sera perçue de manière très différente selon le "poids" attribué par l'observation à la parole effective et aux silences. Plus généralement, on peut prévoir que les différents instants d'une modulation seront pondérés de manière différente selon la situation, au sens large, de l'observateur, c'est-à-dire selon les caractères du complexe d'arrivée.

Principe des essais :

On présente aux auditeurs un certain nombre de modulations durant 40 secondes. Chacune d'elles est affectée d'un traitement de la dynamique particulier désigné par x, y, z.

x (ou B ↓ / C ↑) les creux sont "remontés" les bosses rabotées

y (ou B ↓) bosses "rabotées"

z (ou C ↑) creux "remontés"

La compression totale réalisée était de 8 à I0 dB, pour une dynamique initiale de 35 à 45 dB. Un équilibre subjectif délicat a dû être réalisé pour que les diverses compressions paraissent égales pour des observateurs professionnels écoutant dans les conditions de référence. Les modulations de départ étaient elles-mêmes corrigées pour que leur niveau moyen soit identique et que les compressions ultérieures restent artistiquement valables.

On demandait aux sujets d'évaluer les impressions subjectives suivantes, sur des échelles de 0 à 20.

I amplitude globale
2 qualité globale
3 force sonore moyenne
4 force sonore des passages les plus intenses
5 force sonore des passages les plus discrets
6 brillant (11a)

7 correction devant être apportée à la sonie { moyenne ; des passages les plus { forts ; faibles } } pour obtenir un effet jugé le meilleur possible
8
9

Ces corrections étaient indiquées en portant sur une échelle ad hoc une croix correspondant au jugement porté.

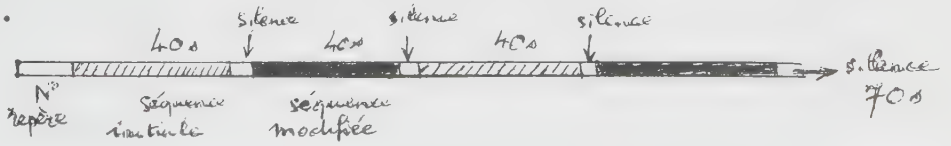
+2	très sensible	en augmentation
+I	assez sensible	
0	nulle	
-I	assez sensible	en diminution
-2	très sensible	

Nous essayerons d'approcher les aspects subjectifs de la dynamique au moyen des caractères ainsi définis, que nous appellerons "traits" par analogie avec une terminologie classique en psychologie (113c).

Les auditeurs devaient, en une phrase, donner leur acception personnelle du "brillant" et de la "qualité", en s'efforçant d'éviter les expressions banales.

Plan d'expériences:

Chacune des présentations, correspondant à un extrait d'une modulation donnée affectée d'un réglage déterminé groupait deux exemples de la modulation initiale et deux exemples de la modulation modifiée.



La modulation de départ servait de point de repère pour éviter la difficulté d'un jugement à priori, tout comme dans l'évaluation subjective de la qualité des haut-parleurs (312 b). Elle servait en quelque sorte de point "d'ancrage" des échelles subjectives (39 p), c'est-à-dire d'un repère commun à toutes les modulations modifiées, facilitant la comparaison des jugements absolus correspondants.

Chaque groupe de 2 séquences était répété 2 fois, pour diminuer le risque d'une réponse au hasard. Le déroulement des essais a d'ailleurs montré que cette précaution était superflue. Par contre la répétition était utile pour bien apprécier l'ensemble des traits soumis aux observateurs.

Ceux-ci disposaient de I minute et IO secondes pour répondre, délai largement suffisant.

Au risque, accepté, d'obtenir un cycle d'expériences de maniement et de dépouillement extrêmement lourd, nous avons traité 24 modulations aussi variées que possible(dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau II8). Les essais précédents avaient en effet montré combien pouvaient être erronées les conclusions portant sur quelques exemples seulement.

Le plan d'expériences était strictement identique aux précédents pour les paramètres extérieurs (voir chapitre I4) et les domaines (λ, μ) utilisés dans l'analyse statistique (voir chapitre I7)

En_résumé:

2 groupes de I2 modulations:

A, B, C, ...L

O, P, Q, ...Z

servaient à l'étude en studio "A", salle "Eco", avec bande passante complète et ouïe normale.

Le dernier groupe O, P, Q,....Z servait aux essais en studio "II4", pour l'influence de la bande passante et de la qualité de l'oreille. Dans ce dernier cas, l'étude a porté sur un seul sujet.

Essais	"A + Eco"	I92 sujets, 24 modulations,	3 réglages
Essais	"II4"	30 sujets, I2 modulations,	3 réglages
Essais	"ouïe"	I sujet, I2 modulations,	3 réglages.

Rappelons que les 3 niveaux d'écoute moyens utilisés dans ces essais correspondaient à :

f	55 dB	(pondération "A")
m	70 dB	
F	85 dB	

Réalisation:

Comme il est habituel dans les études statistiques portant sur des appréciations subjectives (403) , le plus difficile paraît encore d'obtenir des réponses correctes. Il s'agit que les observateurs traitent exactement les questions posées, sans les "biaiser", c'est-à-dire en dénaturer le sens. Nous devions éviter l'écueil des jugements préconçus, hâtifs et superficiels, ainsi que des effets secondaires telle l'erreur de "halo" (39 q). A cette fin nous avons redoublé de précautions dans nos explications et nos entretiens préalables. Nous n'avons retenu que les sujets donnant toute satisfaction, collaborateurs ayant dès longtemps participé à cette étude.

Cela étant, le problème posé a été fort bien compris, concernant la force sonore, l'amplitude, le brillant, les corrections de niveau ont été marquées avec précision sur les échelles que l'on dut considérer comme continues, des échelons intermédiaires s'avérant nécessaires. Le test progressif d'homogénéité habituel donna satisfaction.

Pour chaque point expérimental, on s'est assuré que l'ensemble des "notes" attribuées présentait pratiquement même moyenne et même dispersion pour les différents sujets qui y participaient. Les séances pour lesquelles cette circonstance ne se produisait pas ont été recommencées.

Enfin, plus encore que dans les essais antérieurs, nous avons tenté d'éliminer au maximum l'effet de fatigue, par brassage des points expérimentaux, en ménageant de fréquents repos. Le niveau moyen de 85 dB correspondant au cas F est le niveau normal d'écoute en grande salle, mais implique des niveaux très supérieurs pour les passages "fortissimo" des oeuvres symphoniques, pouvant être, sinon dangereux, du moins fatigants pour l'oreille (404). De plus, l'attaque des séquences présentées a été légèrement adoucie ($\int_{0,2s}$ au lieu de $\int$) pour, sans mollesse, tenir compte de l'inertie des réactions protectrices de l'oreille moyenne (405).

Dépouillement :

On a réalisé, comme pour les autres essais, un décodage systématique des feuilles de réponse sur des formulaires ad hoc, puis effectué les moyennes sur les différents ensembles (λ, μ). Les dispersions varient entre 8 et 20% de la valeur absolue; leur ordre de grandeur est dans certains cas comparable à celui des différences entre variables que l'on veut mettre en évidence, ce qui estompe ces conclusions particulières. Le plus souvent, les dispersions ne dépassent pas 30% des écarts à comparer; pour des études subjectives de cette nature, on peut considérer ce résultat comme satisfaisant. Nous regrettons cependant de n'avoir pu, en raison d'impossibilités pratiques, utiliser un plus grand nombre de sujets pour chaque point expérimental.

Nous avons retenu, des phrases qualifiant le "brillant" et la "qualité", les adjectifs les plus caractéristiques. Les conclusions concernant ce dernier trait ont confirmé pleinement celles du chapitre I7, on a remarqué la prédominance des notions de netteté, d'harmonie et d'équilibre.

Le concept "brillant" a été analysé comme suit:

contraste	20%	expression	4
vie	I4	chaleur	3
harmonie	I0	diversité	2
caractère agréable	9	luminosité	2
clarté	8	force	2
intérêt	8	qualité	2
netteté	4	originalité	2
présence	4	pureté	I
bande passante	4		

Le brillant n'est donc pas confondu avec la qualité, mais bien individualisé. Nous dirons que c'est le caractère d'une modulation lui conférant une vie particulière se traduisant par des contrastes, une harmonie, une clarté et une expression communiquant au maximum le sens de l'oeuvre.

Nous allons maintemant examiner avec plus de détails les résultats concernant les moyennes, présentés sur des tableaux faisant apparaître logiquement les paramètres. Puis seront exposés les calculs complémentaires, portant essentiellement sur les coefficients de corrélation entre les divers "traits".

Les 40 tableaux de valeurs numériques obtenus ont été analysés d'une manière exhaustive, sous la forme de notes dont la reproduction occuperait une centaine de pages. Pour faciliter la lecture du présent travail, nous avons réduit au minimum possible le résumé de ces analyses, en nous limitant aux points les plus caractéristiques. Par contre, tous les tableaux concourrent à l'élaboration des observations intéressantes; leur densité est due au nombre élevé de modulations que nous avons cru devoir étudier; ils appuient chacun pour sa part la rédaction de la "vue d'ensemble" terminant ce chapitre, synthèse du travail progressif d'interprétation.

ETUDE DES MOYENNES

Observations sur la moyenne générale : (tableau II9)

- grande similitude des 3 types de compression x, y, z, pour une modulation donnée.

- faiblesse des corrections de niveau souhaitées, pour la plupart en diminution; on demande souvent à relever le niveau des parties faibles.

- grande influence des modulations, de manière différente selon les traits

amplitude : infl. modul. importante

qualité : peuvent être $\equiv$ pour $\neq$ modul. alors que les amplitudes sont nettement $\neq$

force : la différence entre forts et faibles croît avec l'amplitude.

brillant : paraît varier comme l'amplitude, pour certaines modul. valeurs très $\neq$.

Observations sur A (M, S). (tableaux I20 et I2I)

Centrage relatif entre 8 et I3

Faiblesse des corrections apportées aux niveaux ($\triangle$ Niv.Moyen, ...)

Concordance des ordres de grandeur respectifs pour chaque modulation; elle constitue un test intéressant de la bonne exécution des essais.

Pour chaque modul., x, y, z, diffèrent peu.

L'influence M, S, n'est systématique que pour des sous-tableaux, elle diffère souvent selon le type de compression. Pour l'ensemble des traits, l'ordre de grandeur n'est pas systématiquement différent selon le relief.

Infl. importante des modul.; les résultats sont parfois semblables malgré des G, I, D, S très $\neq$. (cas "S", "T")

Amplitude :

- tend à $\nearrow$ avec la sensation de force moyenne.

- D'une modulation à l'autre, les cas M et S varient conjointement (même ordre de grandeur)

- L'amplitude ne suit pas le classement par indices dynamiques, en particulier les silences interrompant la parole ne

sont pas perçus comme tels. Bien qu'au chapitre 9, nous ayions pu montrer que la définition habituelle de l'indice dynamique était préférable à d'autres fonctions simples des niveaux fort et faible, il paraît évident que la notion d'amplitude subjective est trop complexe pour être repérée par cet indice.

Qualité :

Infl. (M, S) très nette, la qualité est > en S, sauf pour modul. "D".

L'effet améliorant de la stéréo est plus net dans les modul. riches en aigu.

x, y, z n'influent pas systématiquement sur la qualité. Souvent variations très faibles surtout en mono.

Légère préférence pour z (↖) dans le cas du symphonique et pour x (↘ ↖) dans le cas du chant.

Force moyenne :

S'insère toujours entre "forts" et "faibles", mais à des distances différentes de ces extrêmes selon les modul.

Infl. non systém. et souvent peu nette de (M,S).

L'infl. du mode de compression (x, y, z) sur la force moy est aussi importante que celle des modul. Pas d'effet systématique.

Nota: les réglages initiaux avaient été faits pour que le niveau subjectif moyen soit le même dans les conditions de référence.

Forts: Peu d'infl. M S (dépend de x, y, z)

Les "forts" max sont souvent obtenus par y ou x, (compression des bosses); l'effet de contraste est donc important, il diminue en relevant les "creux".

Types G, I_d, D, S = pas d'infl. directe.

faibles:

Infl. nette M, S.

Peu d'infl. du type de compression.

Infl. importante des modulations

Ecrasement des diff. subjectives pour les parties faibles.

Brillant :

Infl. M, S, modulations

Infl. nette de (x, y, z), plus faible que celles des modul.

Les variations du brillant ne reflètent pas celles de l'amplitude ou de la qualité.

Corrections de niveau :

Souvent petites, surtout négatives, sauf pour les passages faibles.

Les corrections sont un peu plus grandes pour x (↕)

Les corrections de "forts" sont un peu plus grandes que celles de "faibles".

Infl. M, S nette. En S tendance à corr + réduites.

Nota:

Pour plus de concision, on insistera de moins en moins, dans les commentaires relatifs aux tableaux suivants, sur certaines des remarques générales que nous venons de faire; elles sont à peu près toujours valables.

Observations sur A, (Qu, Or). (tabl.I22, I23)

Cotes entre 7 et I5.

Concordance des ordres de grandeur dans chaque case, infl. importante des modulations. Des modul. analogues pour certains traits peuvent être très ≠ pour d'autres.

Infl. faible de x, y, z.

L'écoute avec haut-parleurs "ordinaires" n'est pas du tout défavorisée de manière systématique.

Amplitude:

N'est pas en liaison avec I_d, les relations de détail varient avec le genre. Pour le chant (C, H, I, L, Q, V, Z), les discordances sont très grandes, l'ampleur et la richesse de la voix ne se traduisent que partiellement dans la "dynamique".

Qualité:

N'EST PAS en faveur des ht-parleurs de haute qualité, sauf cas particulier.

Infl. x, y, z faible, pas de règle précise, x est souvent $>$, pour le symph, z est souvent meilleur (on préfère garder les passages forts intacts, les jugeant tels relativement à une référence subjective plutôt que par comparaison avec les passages faibles, mais cette tendance est peu nette).

Niveaux:

Etagement très bon des moyennes $L_F > L_{MOY} > L_f$ (subjectifs)

Infl. Qu-Or petite, de sens ≠ suivant les modul.

Brillant:

Infl. Qu-Or parfois assez nette (brillant $>$ avec les haut-parleurs "ordinaires", pour certaines modul. et certains types de compression).

Parfois les modul. + riches en aigus sont + brillants en "ordinaire".

Corrections de niveau:

Corrections le + souvent négligeables. Sinon, infl. Qu-Or nette pour au moins l'un des x, y, z, mais rarement pour tous à la fois.

Observations sur A (Sou, Rel): (tabl. I24, I25)

Infl. indéniable de l'attention, du même ordre que celle du relief.

Eventail des cotes entre 7 et I5.

Chaque modulation présente sa "signature" (air de famille des ordres de grandeur des valeurs trouvées). Remarque valable pour tous les tableaux.

Amplitude:

Infl. Sou-Rel souvent systém. (l'ampl. peut être $>$ en Rel, sans relation avec TD et TS)

Infl. x y z : ordre des valeurs perturbé quand on passe de Sou à Rel: un type de compression est plus ou moins valable selon le degré d'attention.

Qualité:

Nette infl. Sou-Rel (la qualité est souvent moindre en écoute relâchée)

Classement x, y, z bouleversé quand Sou $\longrightarrow$ Rel

Infl. G, I_d , TD, TS très complexe.

Niveaux:

Paraissent assez souvent $>$ en Rel (le son "utile" devient à certains égards perturbateur.

Brillant:

Nettement $>$ en Sou, mais exceptions marquantes pour certaines modul. (ou certains types de compression).

Corrections de_niveau:

Ordres de grandeur souvent conservés quand Sou $\longrightarrow$ Rel, mais pas l'ordre x, y, z.

Observations sur Eco (M, S) : (tabl. I26, I27)

On a fait également la comparaison avec A (tabl.I20,I2I)

Faiblesse des Δ L, un peu $>$ dans Eco (en val. absolue). La petite salle est plus vite "saturée"

Infl. faible du mode de compression, surtout dans Eco. (la salle plus grande est + favorable à l'appréciation du réglage).

Infl. MS nette, surtout dans Eco.

Amplitude:

Ampl. stéréo $>$ ampl. mono le + souvent, plus net dans Eco On ne peut prévoir pour quel réglage l'ampl. sera la plus importante.

Qualité:

Tendance à l'uniformité (par rapport à l'amplitude)

Infl. x, y, z souvent très faible.

La qualité n'est dans Eco et dans A, que peu influencée par le relief.

Niveaux:

Valeurs pour Lmoy comparables pour A et Eco

L'ordre x y z n'est pas conservé quand M $\longrightarrow$ S

On juge le niveau des creux par rapport à l'ensemble.

Brillant:

Valeurs un peu plus faibles dans Eco, nombreuses exceptions

Au brillant accru dû à la salle A vient s'opposer la moins grande proximité des sources.

Corrections de_niveau:

Corr. Lmoy parfois de signes contraires dans A et Eco

Infl. x y z très variable. Pour z, infl. M, S assez nette pour chaque modulation.

Observations sur Eco (Qu, Or): (tabl.I28,I29)

On a fait aussi la comparaison avec A (tabl. I22,I23)

Eventail de valeurs extrêmes 8 - I5,5

Infl. importante des salles sur les Δ L subjectifs.

Infl. Qu-Or systématique pour presque toutes les cases, mais dans un sens variant selon les traits et les modul.

Amplitude:

Or $>$ Qu (sauf exceptions rares) pour tous les réglages, un peu moins net dans A. On peut expliquer ce fait en disant que le cas "Ordinaire" apporte une certaine gêne analogue à la saturation des forts niveaux.

Qualité:

Ici la qualité subjective est nettement supérieure pour "Qu". (ensalle A, c'était souvent le contraire).

Niveaux:

Pas d'effet systématique de la qualité des haut-parleurs, sauf pour certaines cases et certains modes de réglage.

Brillant:

On ne peut dire quel réglage apporte le max. de brillant.

Infl. Qu-Or sur les points particuliers.

Corrections de niveau:

Corrections plus négatives pour Ord.

Les niveaux faibles sont jugés plus insuffisants avec h,p, Qu.

Observations sur Eco (Sou, Rel) (tabl. 130,131)
et comparaison avec les tableaux correspondants pour A (I24,I25)

On a l'impression, à l'examen des valeurs homologues pour Sou et Rel, que l'écoute dite relâchée est aussi valable que l'écoute dite attentive. Echantillonnage différent des perceptions.

Amplitude:

Effet de l'attention, variant avec les modulations. L'ampl. de la parole tend à $\uparrow$ en Rel.

Qualité:

Souvent systém. pour chaque case, tend à être $>$ en Rel.

Ordre de grandeur des diff. entre x, y, z du même ordre pour Sou et Rel (corrobore l'idée d'une écoute relâchée valable, nécessitant elle aussi une prise de son soignée).

Niveaux:

Infl. Sou-Rel syst. pour beaucoup de cases.

Ordre x, y, z non conservé quand Sou $\rightarrow$ Rel.

Brillant:

La parole est avantagée en écoute relâchée.

Corrections:

Infl. très nette de l'attention, portant cependant sur des corrections subjectivement peu importantes.

Observations sur A (f. m. F.): (tabl.I32, I33, I34)

Eventail un peu plus large que pour les comparaisons précédentes.

L'influence du niveau est très nette et fait apparaître des lois de croissance très nettes (de f à F), sauf pour la qualité.

Mais il n'y a pas conservation de l'ordre des valeurs x y z en changeant de trait ou de niveau.

L'influence des modulations est très importante, mais précède de peu celle du niveau physique.

Amplitude:

↗ en général avec L, mais pas toujours (modul B, R) et pas pour tous les types de régulation (x y z)

L'infl. du niveau ne se résume donc pas en un ↗ de l'amplitude subjective, il intervient aux niveaux forts une saturation psychologique en relation avec les modul. Cet effet varie selon le type de réglage.

Qualité:

La croissance avec L n'est pas du tout systématique, on peut même avoir une ↘ continue; ce fait n'est pas lié simplement au caractère artistique de l'oeuvre, ni aux types G, D, S.

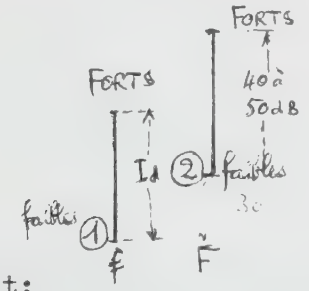
L'écoute à fort niveau n'est donc favorable à la qualité que dans des cas particuliers. On peut préconiser l'écoute à niveau moyen, entraînant une fatigue moindre qu'à niveau faible.

Niveaux:

La "force MOY" ↗ de f à F comme il est normal, mais les échelons correspondant à f, m, F sont inégalement répartis selon x y z, selon les modul. D'où une grande importance des facteurs structurels psychophysiques des modulations qui en constituent le "caractère artistique".

Pour les "Forts", les valeurs extrêmes sont modérées par rapport à l'impression subjective que l'on ressent à l'écoute (nous avons effectué personnellement des séries complètes d'essais, en tant que sujet additionnel).

Les "Forts" à f ne sont pas toujours > aux faibles à F, alors que les I_d sont toujours largement > à 30 dB.



L'écart subjectif entre les points I et 2 est de toutes façons très variable avec les modulations et le réglage.

Cela montre les limitations de la notion de "dynamique" et à quel point l'on doit se référer à des conditions d'écoute normalisées.

Brillant:

↗ en général avec L, mais exceptions; fonction du mode de réglage. De très forts niveaux ne correspondent pas toujours à un brillant élevé (T= trompes de chasse, avec passages très intenses - le brillant ne dépend pas du niveau).

Corrections:

L'infl. du niveau est évidente. A F, on tend davantage

à ↘ le niveau moyen, les "forts" encore plus, les "faibles" un peu moins. L'amplitude et le caract. signif. de ces effets variant selon les modul. et x, y, z.

Nota:

Les ΔL subjectifs étaient évalués en considérant comme donné et hors de discussion le niveau moyen d'écoute, f, m, F; il ne s'agit donc que de corrections souhaitées par rapport à cette ambiance imposée.

Observations sur Eco (f. m. F.): (tabl. I35, I36, I37)
et comparaison avec les essais en studio A, tabl. précédents. Nombreuses remarques analogues, nous abrégerons.

Ordre de grandeur des ΔL comparable dans l'ensemble pour A et Eco. Ici quelques valeurs importantes (jusqu'à I, 40, ce qui est considérable).

Infl. très importante et presque syst. du niveau.

Un certain nombre de valeurs nég. importantes à F pour les ΔL_F, qui n'existaient pas dans A

Selon les modulations, valeurs presque systém. $<$ ou $>$ dans Eco, par rapport à A. Influence nette du local d'écoute.

Amplitude:

Mêmes remarques que pour A concernant les échelons.

L'amplitude peut être $>$ à niveau m (bon équilibre esthétique, notion intuitive chez les musiciens, il faut que le son soit "adapté" à l'ambiance.

Qualité:

Pas d'augmentation systématique avec L, mais plutôt à la stagnation et à la diminution. Remarques plus vraies dans Eco que dans A.

Le type de compression influe peu.

La qualité tend à être $>$ dans A que dans Eco, parfois nettement, mais nombreuses exceptions (type de compr. , modul.).

Niveaux:

force moy dans Eco $>$ ou $<$ à force moy. dans A.

Croissance des "Forts" avec le niveau d'écoute.

Influence x y z non systématique.

Celle des modul. est importante pour les "Forts" mais non pour les "faibles". Un caractère spécifique des modulations serait donc à l'origine de la sensibilité des perceptions des parties fortes à toute variation du niveau d'ensemble.

Brillant:

Différences non systém. entre A et Eco.

Ne croît avec L que dans quelques cas et quelques modes de réglage seulement.

L'infl. de réglage sur le brillant est beaucoup plus grande à niveau Fort, de même que l'infl. des modulations.

Corrections:

Tendance à ramener le niveau d'écoute vers un juste milieu, mais dans des conditions très différentes (poids respectif des corrections de L_{MOY}, L_{Fort}, L_{Faible}) suivant les réglages x,y,z.

Les corrections apparaissent souvent plus importantes dans Eco, où l'on note vraîment des réactions d'insatisfaction (≠ studioA)

Observations sur II4, (Com, Red), (f. m. F.) : (tabl.I38, I39, I40)

Eventail du même ordre que pour les autres salles.

Influence systématique (Com, Red) pour de nombreuses cases, lois différentes suivant le niveau.

L'écoute à bande réduite ne perturbe pas l'ordonnance des résultats (↓ attention relâchée).

Donc : diff. signif. entre les écoutes Com et Red, mais elles représentent, pour les expériences effectuées, des capacités de perception comparables.

Amplitude:

Souvent < à celles de A, ou Eco (à niveau et dynamique physiques égaux). Ces différences s'accentuent quand L ↗, mais grosse influence des modulations sur la netteté de ces remarques.

L'amplitude croît moins avec le niveau que dans les petites salles "A" et "Eco".

Infl. très importante du mode de régulation sur l'effet d'une réduction de bande.

Qualité:

Les différences entre Com et Red sont rarement systématiques. Même ordre de grandeur. La "qualité" ici appréciée est un concept esthétique qui dépasse la qualité technique. Une troncature de la bande passante peut très bien ajouter une rondeur, une homogénéité, qui est trop souvent absente des écoutes dites "haute fidélité".

Niveaux:

Influence de L sur les impressions de niveau faible, moyen, fort : croissance pas toujours systématique surtout en Red.

Sensations à F plus importantes pour les "Forts" à bande réduite.

L'influence du type de réglage est différente suivant L, à bande Com ou Red.

Brillant:

Le brillant est > ou < en Red. Pas d'influence simple des types G, D, S.

Notion complexe fonction du niveau d'écoute L et du mode de réglage.

Corrections:

Tendance nette à la décroissance (algébrique) des corrections moyennes quand L ↗, surtout en Com.

La correction de niveau est souvent du même ordre de grandeur pour ΔL_{MOY} et $\Delta L_{faibles}$ à f (pas vrai en même temps à Com et Red pour les mêmes modul.)

Davantage de corrections importantes en Red.

Observations sur (A+Eco), M, f. m. F. (tabl. I4I, I42, I43)

Mêmes remarques générales.

Amplitude:

La croissance de l'amplitude avec L n'est pas générale, surtout pour le réglage z. Dans ce dernier cas, l'influence des modulations est énorme (cf "H", "J" p.ex.)

Qualité:

La loi de variation n'apparaît pas liée à celle de l'amplitude, elle est même souvent contradictoire; remarque plus ou moins évidente selon les couples (réglage, modul.)

Niveaux:

Les "forces moy" et "forts" croissent avec L global, à peu d'exceptions près. Celles-ci sont beaucoup plus nombreuses pour les "faibles", sans relation avec x, y, z, la force apparente des "creux" est souvent plus appréciable à niveau moyen, qui facilite donc l'écoute à cet égard.

Brillant:

L'allure des variations avec L ressemble beaucoup à celle de la qualité. En général les valeurs élevées se trouvent à niveau F; il peut exister des valeurs très faibles (modul. O,5)

Aucune influence directe des types G, D, S. En particulier la modulation A (très peu d'aigus) est beaucoup plus brillante que O (beaucoup d'aigus). Ces deux caractéristiques sont évidentes à l'écoute pour un homme de métier.

Corrections:

La valeur algébrique ne ↘ pas toujours quand L ↗ .

Dans certains cas (modul. G) on préfère une dynamique plus grande à niveau F, en général c'est le contraire. A niveau F on tend quelquefois à "remonter les creux" ($\Delta L_{faibles} > 0$), mais le plus souvent à diminuer leur intensité.

L'influence du mode de réglage sur les corrections souhaitées aux ≠ niveaux moyens n'est pas simple. Par exemple, pour y (↓) on ne souhaite pas toujours à F baisser moins les "Forts" que pour x (↑)

Observations sur (A+Eco), S, (f. m. F;) : (tabl. I44, I45, I46) et comparaison avec M, tableaux précédents.

Nombreuses remarques générales semblables, mais le détail des variations est très modifié en passant de M à S, surtout en fonction du niveau d'ensemble.

Amplitude:

Pas de ↗ systém. avec L; assez souvent et pour tous les réglages, max. d'amplitude à niveau m.

Ampl. > en stéréo, de façon cependant très variable avec les modulations. L'influence du relief peut être à cet égard massive ou discrète, quelquefois (modul. Z) ampl. > en mono.

Qualité:

La qualité n'est pas systém. > en stéréo, dans de nombreux cas stagnation, dans d'autres diminution nette. Cet ordre relatif dépend de L.

La parole est jugée meilleure en stéréo.

Variation de qualité en fonct. de L : ≠ en M et en S.

Niveaux:

La force apparente ↗ avec L, plus vite en stéréophonie.

L'éventail des niveaux apparents est > en stéréo.

Variation des niveaux apparents pour les Forts, les faibles, et en moyenne, en fonction de x, y, z, de L et des modulations tout à fait modifiés en passant de M à S.

Grosse importance pour la prise de son, qui doit être contrôlée à la fois en mono et en stéréophonie.

Brillant:

Pour un grand nombre de modulations, le brillant est bien > en stéréo, mais pour certaines oeuvres, la "mono" l'emporte, parfois pour certains réglages seulement.

Donc influence très profonde du relief.

Corrections:

Divergences très importantes entre M et S variant beaucoup avec les conditions d'expérience. Des corrections jugées importantes pour certains niveaux ne le sont plus à d'autres (ex: modul. H). Ceci est moins net en monophonie.

Etude comparative avec ouïe normale ou perturbée (tabl. I47, I48, I49)

Ces trois tableaux présentent les réponses données par un seul observateur. Elles sont donc à priori entachées d'erreurs que l'on diminuerait en répétant les essais, encore que cette opération ne soit pas sans inconvénients.(chap. I, I0, I2). Il s'agit au premier chef d'une dérive systématique des conditions de réceptivité du sujet, imputable à l'habitude, et ici à la lassitude, car ces essais avec boules Quiès sont pénibles, peu attrayants et leur répétition, quelle que soit la motivation, ne pourrait se faire dans de bonnes conditions d'attention. Celle-ci a été concentrée avec le maximum de conscience sur une seule série d'expériences, en maintenant subjectivement constante l'échelle des critères. Tous comptes faits, les résultats ont été obtenus dans les conditions les plus correctes possibles, vu la difficulté des essais.

Observations générales

Variation ≠ de certains traits avec L en ouïe n, ou p.

L'influence du réglage sur ces variations est ≠ en écoute n. ou p.

Même pour un observateur très attentif, l'influence du réglage est souvent difficile à déceler en écoute p. ; ces conclusions varient beaucoup avec les modulations.

Infl. très importante de l'ouïe, le passage de n à p. correspond grosso modo à un nivellement des ≠ niveaux L et des ≠ réglages. La perturbation est souvent > à niveau F.

Observations particulières (très résumées)

Amplitude:

grand éventail aussi bien pour n que pour p.

infl. x → y → z conservée dans ses grandes lignes quand on passe de n à p.

Perturbation n → p ± grande selon L, dépend beaucoup des modul.

Qualité:

Perturbation n → p relativement faible. Ce résultat pour le moins inattendu est corroboré par le fait qu'un test de contrôle avec ouïe n a été fait lors des séances avec ouïe p, et que le sujet n'avait pas connaissance du dépouillement décodé; il s'explique bien artistiquement pour une écoute de type "musical" et non "technique".

Brillant:

Infl. n → p plus faible à f

Infl. X Y Z assez bien conservée quand n → p à f, moins à F.

Force moyenne:

Infl. n → p faible (l'impression égale de niveau moyen avait été réglée par ce sujet pour la mise au point de l'ensemble du matériel expérimental, mais dans des conditions d'écoute "étalon").

Infl. nette des modulations dans ces conditions ≠

Forts:

↗ d'ensemble quand on passe de n à p, sauf pour certains réglages. Ceci est beaucoup moins vrai à niveau f.

faibles:

L'écoute p tend à ↗ le niveau à F. A f cela dépend beaucoup du réglage.

Corrections:

Aucune relation évidente avec le type de réglage.

Grand nombre de valeurs nulles, un certain nombre très importantes (jusqu'à la valeur max. possible de 2)

Pour niveau "moyen", à niveau F, corr. presque toujours < pour p.; infl. très faible du type de réglage (x, y, z)

Pour niveaux "Forts", infl. x, y, z, importante, perturbée quand n p.

Les parties fortes semblent masquer les parties faibles d'une manière beaucoup plus sensible avec l'ouïe perturbée.

C A L C U L S
C O M P L E M E N T A I R E S

Influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention, de la salle et de l'ouïe.

Sur l'ensemble des réponses individuelles concernant les 9 traits portant sur les salles A et Eco réunies, puis sur les réponses avec ouïe normale ou perturbée obtenues dans les essais du studio II4, nous avons effectué le test de Student-Fisher déjà souvent répété en d'autres occasions.

Le tableau I50 présente les résultats concernant les comparaisons (M, S), (Qu, Or), (Sou-Rel), (A, Eco) pour les expériences des studios "A" et "Eco". Les t significatifs sont soulignés par un trait plus ou moins épais.

Observations résumées:

Cas signif. I8%, très inégalement répartis

M	S	I6	x		I8
Qu	Or	7	y		I7
Sou	Rel	25	z		I5
A	Eco	2			

L'attention présente un caractère assez souvent sign., puis le relief. La qualité et surtout la salle ont peu d'influence (mais nous l'avons vu, il n'en est pas de même pour les comparaisons détaillées effectuées sur de petits sous-ensembles de paramètres).

L'influence du mode de régulation est peu sensible globalement (nombre de cas sign. à peu près =), très nette dans le détail suivant les dichotomies et les modulations, parfois massive.

Quelques réserves que l'on puisse faire sur l'amalgame pour l'une des comparaisons (M, S) par exemple des ≠ niveaux, attention,...et des différents traits chaque cas particulier étant intéressant en soi, il reste que le mode de réglage est souvent d'une importance très grande pour apprécier l'influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention et de la salle.

Observations sur le cas ouïe n - ouïe p.

Résultats du test:

	-0,29		-I,54		-0,72		0,92
O	-2,I8	R	I,76	U	-0,6I	X	-0,54
	-0,92		I,54		0,30		0,40
	-2,I2		-I,78		2,I2		-0,23
P	-0,90	S	-0,94	V	-I,I5	Y	-0,26
	-0,06		-I,69		I,55		I,06
	-0,04		-0,46		0,67		-0,75
Q	0,47	T	I,00	W	-3,55	Z	0,9I
	-0,62		0,63		-0,4I		I,82

Très peu de cas sign., aucun pour le réglage x (↓ ↑)

Les modulations Q, U, X (chant théâtral) sont très peu sensibles à l'ouïe (avec la même réserve que ci-dessus concernant l'importance des comparaisons détaillées).

La perturbation de l'ouïe n'apporte donc pas, sur un ensemble de perceptions aussi complexes que les ≠ traits aux ≠ niveaux, de modifications profondes systématiques. Mais elle influe notablement sur des ensembles plus particuliers et l'on doit tenir compte de cette situation pour le réglage du niveau sonore.

Etude de la corrélation entre les traits

L'examen des résultats concernant les moyennes suggère vivement l'étude des coefficients de corrélation entre facteurs subjectifs (traits). Nous avons effectué le calcul du plus grand nombre possible de ces coefficients (susceptibles d'être les plus intéressants) en considérant les suites ordonnées de valeurs homologues (mêmes paramètres, traits différents).

I-	Amplitude, Qualité	9	Qualité, Force moyenne
2-	Amplitude, Force moyenne	I0	Qualité, Force moyenne
3-	Amplitude, Forts	II	Qualité, Forts
4-	Amplitude, faibles	I2	Qualité, faibles
5-	Amplitude, Brillant	I3	Force moyenne, Brillant
6-	Amplitude, Force moyenne	I4	Force moyenne, Brillant
7-	Amplitude, Forts	I5	Forts, Brillant
8-	Amplitude, faibles	I6	faibles, Brillant

Nous avons dû nous limiter, mais d'autres combinaisons auraient pu être étudiées, par exemple (qualité, brillant) mais les résultats individuels indiquaient une très forte différence entre ces facteurs.

Les tableaux I50 à I56 présentent la partie décimale des coefficients obtenus à partir des valeurs concernant différents sous-ensembles, en séparant les 3 types de régulation:

- pour chaque modulation, tous paramètres, et salles A + Eco, confondus (tabl. I5I, I52)
- toutes modulations confondues, mise en évidence des salles, du relief, de la qualité des haut-parleurs, de l'attention, du niveau (I53, I54).
- comparaison selon la valeur fonctionnelle de l'audition (I55, I56)

Pour abréger, nous désignerons par L le niveau subjectif, d'où, par exemple la notation ΔL_{FR} (ou Δ_{FR}), correction que l'on estime devoir être apportée à l'intensité subjective des passages les plus forts.

Nous allons commenter ces résultats, de manière très succincte pour éviter une lourdeur excessive. Il ne s'agit que d'un résumé des notes prises au cours de l'analyse que nous avons faite.

Indiquons d'abord les coefficients obtenus en considérant tous les paramètres.

Amplitude ($\rho \times 10^2$)

	Q	L_M	L_F	F_{fb}	B_r	L_M	F_r	fb
x	II	4I	53	-3	28	-23	-35	6
y	9	38	52	-5	25	-2I	-35	II
z	4	43	55	-3	29	-26	-40	4

Qualité

	L_M	L_M	F_r	F_b
x	I0	I9	2I	0
y	8	I9	23	0
z	7	I9	26	-2

Brillant

	L_M	L_M	F_r	fb
x	30	-3	-5	0
y	22	2	-4	8
z	25	-5	-II	0

De nombreux coefficients sont signif. nuls. Nous avons considéré ceux dont la partie décimale dépasse 0,25. Aucun n'est vraiment très significatif($> 0,75$).

Chaque mode de régulation a un comportement propre.

A signaler surtout corrélation positive entre l'amplitude et le niveau des forts, négative entre l'amplitude et la correction sur les forts.

Corrélation médiocre entre ampl. et force moyenne

Corrélation faible entre Brillant et force moyenne

Observations sur l'influence des modulations (tabl. I5I, I52)

Absence de coeff. vraiment élevés.

Influence très importante des modulations, des corrélations intéressantes pour certaines, étant nulles pour d'autres, ce qui met clairement en évidence la nécessité d'introduire un facteur spécifique "modulation". L'étude des types G, I, D, S suggère une absence d'influence de ces paramètres, qui ne peuvent rendre compte du facteur "modulation". Nous touchons ici le point le plus délicat de la régulation du niveau sonore, l'aspect artistique impose toujours son influence.

- Le comportement des modes de réglage est également différent, il dépend des modulations; souvent estompé par la faiblesse des .
- Les ρ les plus significatifs sont ρ (ampl. Fr), ρ (ampl. LM) et à un degré moindre ρ(ampl, $\Delta\overline{I_R}$)et ρ(ampl,ΔI_1)

(Amplitude, Qualité),

Corrélation peu nette, ce qui contredit un préjugé assez répandu

Elle est sign. nulle pour certaines modulations, dans certains cas pour un réglage particulier (modul. V)

(Ampl., L. Moyen)

Souvent important, surtout pour le chant.

Pour la parole, influence variable.

Corrélation toujours positive.

(Ampl., FORTS)

Résultats presque conformes à ceux qui précèdent, plus accentués.

Pour quelques modulations (G, P, Q) grosse différence avec ρ(Ampl, Moy).

(Ampl., faibles)

Corrélation souvent négligeable, parfois importante, de signe variable selon les modulations.

Infl. x y z assez nette, sans que l'on puisse cependant prédire quel réglage serait préférable.

(Ampl., Δ Moyens):

Infl. x y z très nette (ρ souvent plus faible pour y, compression des "bosses")

(Ampl., ΔForts):

Corrélations souvent importantes, souvent comparables à ρ (Ampl.Forts) mais pas toujours.

Elles sont toujours négatives, on est d'autant plus exigeant sur les passages forts que l'amplitude est plus grande.

(Ampl., Δfaibles):

Souvent petit, surtout négatif, cette corrélation présente peu d'intérêt, sauf dans quelques rares cas. On doit donc en tenir compte.

(Ampl., Brillant).

Dans l'ensemble corrélation moins nette que l'on aurait pu le prévoir; l'infl. d'ensemble des G, D, S est très variable, le brillant n'est en particulier pas directement lié à la richesse en aigus.

(Qualité, L Moyen):

Corrélations en général quasi-nulles, quelquefois importantes (Rz)

Aucune relation entre la parole homme et la parole femme (modul. D, R) bien qu'il s'agisse du même extrait de la même oeuvre.

(Qualité, corrections)

Grand nombre de corrélations faibles pour ΔL_f; importantes pour ΔL_P, ΔL_M selon modul.

(Brillant, niveau moyen, et corrections).

Le Niv. moyen agit assez peu sur le brillant. Le plus souvent corrélations très peu signif. avec les corrections, qu'il s'agisse des forts, des faibles ou du Lmoyen

Pour certaines modul. les ρ (Br, Corr.) sont tous négatifs.

Observations sur l'influence des salles, du relief, des haut-parleurs, de l'attention (tabl. I53)

Remarques très abrégées.

Prédominance générale de ρ (Ampl. Forts)

Influence A - Eco variable selon les traits étudiés.

Infl. du relief peu nette, corrélation Brillant - L Moy plus nette en stéréophonie.

Souvent l'infl. des haut-parleurs est peu sensible.

Infl. faible de l'attention.

Corrélations avec l'amplitude.

Corrélations avec les Forts ≥ dans Eco, toujours petites avec les faibles, positives avec Qual, L Moy, LForts Brillant, négatives avec les corrections de niveau souhaitées.

Corrélations avec la qualité:

Infl. du mode de réglage: n'est pas apparente, d'ailleurs la plupart des corrél. ne sont pas sign. $\neq$ de zéro.

L'infl. du relief, des haut-parleurs surtout dans Eco, de l'attention est quelquefois notable.

Corrélations avec le brillant:

Seule intéressante ρ (Br, $L_{Moy.}$)

Infl. M-S très nette ($\rho_S > \rho_M$), Qu-Or également ($\rho_{Qu} > \rho_{Or}$) dans Eco, pas dans A.

Infl. Sou-Rel extrêmement nette dans les 2 salles (ρSou > ρRel). L'écoute attentive percevrait de manière plus liée la force sonore moyenne et le brillant.

Etude de l'influence du niveau moyen: (tabl. I54)

Infl. de L (3 valeurs f, m, F) dans A, dans Eco et pour 2 sous-ensembles particuliers (A+Eco, hp de qualité, éc. attentive) en Mono et en Stéréo.

Remarques très abrégées.

Infl. très importante de L, les corrélations varient beaucoup, donc structuration différente de l'espace subjectif lorsque la force sonore augmente.

Grosse influence de la salle, du relief, infl. assez faible de x y z (types de réglage).

Corrélations avec l'amplitude:

avec la qualité et surtout le brillant, très grosse infl. du niveau

Effet du réglage x y z assez net sur ρ (Ampl., Forts) par exemple.

Corrélations avec la qualité:

Parfois très nette avec L moyen.

Infl. de L manifeste lorsque les ρ sont sign. $\neq 0$

Très grosse influence du relief sur l'infl. du niveau sonore et celle des types de réglage pour ρ (Qual, ΔL_M) et ρ (Qual, ΔF_R).

Corrélations avec le brillant:

Sauf pour certains réglages, seul ρ (Br, L_{Moy}) est intéressant.

Infl. massive du relief, du réglage et du niveau moyen.

Le brillant est quelquefois lié (M, m) aux corrections souhaitées pour les parties faibles.

Observations sur les résultats avec ouïe normale et perturbée: (Tabl. I55, I56)

Pour cet observateur particulier, on voit que les coefficients de corrélation sont beaucoup plus élevés et nous avons souligné spécialement ceux tels que $|\rho| > 0,75$.

Que l'ouïe soit normale ou perturbée, les tableaux présentent une grande analogie d'ensemble et les mêmes remarques générales sont valables.

Mais très grandes différences pour les sous-tableaux (ca-

ses et rectangles).

Grosse influence du type de régulation et des modulations

La corrélation (Brillant, Niveau moyen) est la plus importante de toutes pour les 3 types de réglage. A cet égard l'écoute d'un acousticien diffère donc de celle de notre auditoire général.

Corrélations avec l'amplitude,

Valeurs importantes de ρ (Ampl., Corrections), ce qui contraste avec les résultats généraux. Pour une écoute professionnelle, même en se gardant de réagir trop aux critères techniques, l'amplitude subjective est liée aux corrections de niveau presque autant qu'à ces niveaux eux-mêmes. Pour les corrections, le signe de dépend beaucoup des modulations.

Quand on passe de ouïe n à ouïe p aucune correspondance entre l'ordre de grandeur des ρ sauf pour certaines cases; c'est une remarque fondamentale.

Corrélations avec la qualité:

Observation analogue pour les corrections de niveau, le signe dépend des modul. et des réglages. ρ (Qual, L_{Moy}) varie énormément pour certaines modulations, avec ces réglages.

Corrélations avec le brillant:

ρ (Br, L_{Moy}) frise souvent l'unité, toujours positif.

Souvent plus fort avec l'ouïe perturbée.

Corrélation avec ΔL_{Moy} presque toujours négative.

VUE D'ENSEMBLE

L'aspect général des résultats est d'une complexité analogue à celle des précédentes séries d'essais; des lois précises n'apparaissent qu'en projetant l'espace des paramètres à n dimensions parallèlement à un espace d'ordre $n - p$. Les sous-espaces à p dimensions obtenus sont éminemment variables suivant le type de facteur ou de relation étudiés; c'est une autre manière de traduire le modèle des cases plus ou moins "proches".

L'application de l'ensemble des intensités sonores physiques sur celui des sensations fait appel aux processus les plus élaborés de la subjectivité; ils se traduisent par un échantillonnage fluctuant des perceptions. Cette propriété apparaît déjà dans des cas qui sont à priori élémentaires, tels la perception de la fréquence (406), les seuils différentiels (407), la sonie (408). Comme le laisse prévoir notre étude préléminaire des échelles de sensations (chapitre 2), il est probable qu'intervient une quantification des réactions au niveau subjectif, et c'est d'ailleurs un argument en faveur d'un codage analogue des signaux physiques (409).

Nous allons maintenant exposer de manière assez détaillée l'ensemble des conclusions que l'on peut mettre en évidence, et venant à l'appui des réflexions qui précèdent.

I - Observations générales

a) extension souvent assez faible de l'échelle des valeurs,

Ceci correspond à une certaine prudence observée par les sujets, car nous avions insisté sur le fait que l'échelle de 0 à 20 devait inclure tout l'ensemble imaginable des sensations considérées

Signalons la faiblesse particulière des corrections de niveau, qui sont pour la plupart négatives. On tendrait à diminuer plutôt qu'à augmenter la force sonore.

b) les ordres de grandeur sont variables selon les modulations d'une manière qui les caractérise; ainsi il a été possible de détecter immédiatement des erreurs lors de la transcription des tableaux.

c) remarques sur les traits.

Elles concernent principalement la qualité et le brillant.

Les questions posées ont permis de confirmer la définition de la qualité donnée lors de la précédente série d'expériences, en mettant l'accent sur la netteté, l'équilibre et l'homogénéité.

Le brillant se présente comme le caractère d'une modulation lui conférant une vie particulière se traduisant par des contrastes, une harmonie, une clarté et une expression permettant de traduire dans les meilleures conditions le sens de l'oeuvre. Il ne s'agit donc pas seulement d'un aspect se rapprochant d'un "éclat" superficiel.

Le brillant, ne dépend pas plus de la réverbération de la salle que des autres paramètres. Il en est de même du trait "qualité". Cela explique l'insuffisance des méthodes de simulation du champ acoustique en chambre sourde où l'on ne peut espérer guère mieux que reproduire la réverbération (410).

d) L'influence de l'attention mérite aussi une remarque générale. L'écoute dite "relâchée" ne se traduit pas du tout par une incohérence des résultats; le paramètre "degré d'attention" est certes important, mais moins que le niveau sonore d'ensemble et la nature elle-même des modulations.

La méthode employée pour dériver l'attention, bien qu'absorbante, permet donc une perception des modulations qui est, en un sens correcte. De même que le bruit ambiant peut dans certaines conditions, n'être pas un élément perturbateur, mais favorable à la réalisation d'un travail (411, 412).

e) notes sur les corrélations.

Aucun coefficient de corrélation n'est très important ($\rho > 0,75$) sauf pour l'essai spécial qur la qualité de l'ouïe.

Les liaisons stochastiques mises en évidence ne sont donc pas très fréquentes et apparaissent souvent peu nettes. On trouve pourtant une proportion notable de corrélations vraiment significatives ($\rho > 0,5$), qui ne sont d'ailleurs pas liées forcément à une similitude de l'ordre de grandeur des variables en cause (394).

Pour la moyenne générale des résultats :

- l'amplitude est liée à la perception du niveau sonore des parties fortes, à celle du niveau moyen et aux corrections jugées souhaitables. Elle ne l'est pas ou très peu à la qualité, à la perception et à la correction du niveau des "faibles".

- la qualité est assez peu liée à la correction des "Forts", non liée à la perception du niveau moyen.

- le brillant est, assez peu, lié à la perception du niveau moyen et non lié aux diverses corrections souhaitées.

En résumé, lesseules liaisons vraîment importantes se détachant de l'ensemble des résultats sont celles unissant l'amplitude à la perception des passages les plus forts et aux corrections désirées relatives à ces passages. Cela confirme leur importance et la régulation de la dynamique est essentiellement un problème d'adaptation des maxima de niveau, c'est-à-dire des "bosses".

En considérant les tableaux partiels, on note que les corrélations les plus significatives restent ρ (amplitude, FORTS), ρ (amplitude, L_{MOYEN}); les corrélations de l'amplitude avec les corrections respectives sont également assez nettes.

f) <u>influence du mode de réglage.</u>

L'effet apparaît très complexe et ne peut être prévu par des raisonnements basés sur les propriétés physiques des modifications apportées aux maxima et aux minima de niveau. Cette remarque concerne tant les estimations subjectives des traits que les corrélations étudiées.

2 - Etude des traits subjectifs des modulations.

L'AMPLITUDE.

Les valeurs de l'amplitude ne concordent pas, dans l'ensemble, avec les indices dynamiques, surtout pour la parole, où le silence apparaît, selon le contexte, comme une partie plus ou moins efficiente de la modulation. La concordance est assez bonne pour la musique symphonique, très mauvaise pour le chant où interviennent en particulier l'ampleur et la richesse de la voix.

L'amplitude croît ou décroît selon les modulations, quand on passe de mono à stéréo. On ne peut non plus prévoir lequel des 3 types de régulation donnera l'amplitude la plus importante : cela varie avec les points expérimentaux. Elle paraît plus grande si l'attention est relâchée.

L'influence du niveau global d'écoute sur l'amplitude est complexe et ne se résume pas en un accroissement avec le niveau. En particulier l'écoute à niveau élevé donne une impression d'écrasement qui n'est pas favorable à l'expansion subjective de la dynamique, et l'"amplitude" décroît. Cela correspond à l'expression traditionnelle "manquer d'air" en usage dans les milieux spécialisés.

L'amplitude et le brillant varient assez souvent dans le même sens. Leur corrélation n'est pourtant jamais très forte, bien que toujours positive; elle dépend beaucoup des modulations.

La corrélation (amplitude, qualité) est peu nette, souvent négligeable, quelquefois négative, bien que les 24 modulations choisies présentent des types artistiques, dynamiques et spectraux très divers, que l'on ne peut relier à la netteté de cette corrélation.

LA QUALITE

La qualité peut se résumer comme nous avons dit en la notion d'"équilibre esthétique", expression déjà introduite à propos des transitions entre séquences différentes.

L'échelle de la qualité, ainsi définie, est aussi détaillée que celle des autres traits et l'on est bien loin des jugements tout ou rien trop souvent proclamés dans les milieux techniques.

On note une influence très nette du relief : quand n passe de

la mono à la stéréophonie, la qualité croît souvent, dans l'ensemble, mais de manière très différente selon les modulations; parfois d'ailleurs, elle décroît. Cette variation dépend aussi du type de régulation, la qualité peut fort bien diminuer en élargissant le relief sonore. La stéréophonie est donc bien loin de constituer systématiquement un accroissement de la "qualité", au sens qui lui a été donné et qui correspond à quelque chose de plus fondamental que l'agrément d'écoute ou le repérage directionnel.

Les niveaux très forts sont souvent défavorables à l'appréciation de ce trait et la corrélation avec la sensation de niveau moyen est presque toujours négligeable. Cela correspond exactement au résultat déjà mis en évidence (413) pour le caractère plus ou moins désagréable d'un son.

On voit combien est peu fondée l'habitude très répandue parmi les amateurs de repérer la valeur d'un équipement électro-acoustique par le nombre de watts "disponibles". Nous avons déjà fait cette remarque au chapitre précédent, sur des modulations musicales.

La comparaison "Qu-Or" n'est pas non plus systématiquement en faveur des haut-parleurs les plus coûteux. Dans certains cas, on cote plus haut la "qualité" sur des haut-parleurs quelconques ("Or"). L'explication paraît devoir ne pas se réduire à un conditionnement. Les haut-parleurs de haute performance, en raison de leur bande passante, de leur réponse impulsionnelle et de leur directivité présentent une sonorité, appréciée par les techniciens, mais présentant à notre sens certaines défaillances, remarquées par les auditeurs. Il s'agit d'une imperfection résiduelle des transducteurs électro-acoustiques, masquée il y a quelques années par la qualité technique médiocre, apparaissant maintenant sur les meilleurs matériels et que l'on peut imputer au fait que les haut-parleurs doivent tenir compte de la structure du champ sonore dans chaque salle. Ce thème de recherches, encore trop méconnu a cependant été abordé à propos des mesures .

Etant donnée l'appréciation très variable de la qualité selon les sous-espaces de paramètres, on peut se poser la question d'une évaluation pratique des réalisations électro acoustiques. Les logatomes classiques permettent de tester pour la parole un facteur de qualité, l'intelligibilité, mais c'est de loin le plus simple. On a suggéré l'emploi de véritables logatomes musicaux (414), en décomposant le concept de qualité en divers facteurs, en s'aidant éventuellement des méthodes de l'analyse factorielle. Les résultats que nous venons d'exposer laissent prévoir la difficulté d'utiliser des modulations présentant à cet égard et selon les conditions d'essai une variabilité minimale.

LE BRILLANT

Nous en avons rappelé la définition dans les remarques générales; les échelles adoptées sont, comme pour la qualité, très fines, autant par exemple que celle de l'appréciation du niveau sonore moyen Il s'agit donc d'un trait aisément identifiable par les auditeurs.

L'influence des salles paraît faible, les valeurs sont du même ordre dans les deux salles les plus petites (A, Eco). Ce résultat est peu surprenant si l'on tient compte des conditions psychologiques de l'écoute. En effet au brillant "objectif" accru de la salle A vient s'opposer dans Eco la plus grande proximité des sources.

Le brillant ne croît avec L, niveau sonore global, que dans quelques cas, ou pour certains modes de réglage seulement. Ce trait n'est pas directement fonction du niveau d'écoute et l'on ne rend pas une modulation plus brillante en augmentant simplement la force sonore; cela dépend du mode de régulation et des autres paramètres.

Dans le plus grand nombre de cas, le brillant est supérieur en écoute attentive; le contraire est parfois très net. On peut expliquer cette dernière observation par le fait qu'une écoute non attentive s'attache en priorité aux passages les plus saillants.

Le brillant est en général plus grand en stéréophonie.

En résumé, la variabilité du brillant est du même ordre que celle de la qualité.

LE NIVEAU SUBJECTIF

La perception du niveau varie avec les différents paramètres d'une manière qui n'est pas moins complexe que la sensation de qualité ou de brillant. C'est pourquoi les tentatives de caractériser les nuances musicales allant de ppp à fff par des valeurs précises d'intensités physiques (415) paraissent, pour le moins, assez peu fondées. On ne peut guère espérer non plus trouver un bruit complexe dont la sonie varie de manière analogue à celle des modulations, ou même seulement comme celle du bruit "factice" constitué par le son pur de 1000Hz tradiitonnel (416).

Nous distinguerons le niveau global d'écoute L, résultant du réglage initial, dans le cadre du plan expérimental, et le niveau moyen $\mathcal{L}_{M}$, concernant chacun des points expérimentaux.

La sensation de niveau moyen s'insère toujours entre celle des parties les plus fortes et les plus faibles, mais cela n'est pas toujours vrai pour les résultats individuels, en écoute relâchée. Dans ce dernier cas, le niveau apparaît souvent plus élevé; il en est de même en utilisant des haut-parleurs ordinaires.

La force moyenne apparente $\mathcal{L}_{M}$ croît avec le niveau global d'écoute, (f, m, F) mais les échelons de variation de $\mathcal{L}_{M}$ lorsque l'on passe de f à m ou de m à F présentent des grandeurs relatives très variables, non seulement avec les modulations, mais aussi avec le mode de régulation. Cela met en évidence la liaison entre la sonie et l'intensité subjective, mais aussi la grande importance des facteurs structurels se traduisant par le "caractère esthétique".

L'influence du mode de réglage n'est pas systématique; l'ordre de grandeur est le même aux niveaux f, m, F. Il existe donc une certaine stabilité de la perception de force moyenne, eu égard aux manipulations dynamiques.

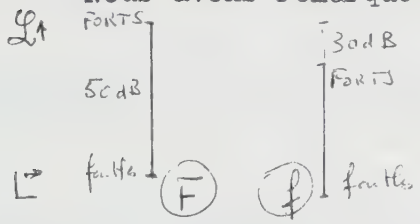
On peut faire, pour le niveau subjectif des passages forts $\mathcal{L}_{FR}$, les mêmes observations que pour le niveau moyen, quant à la croissance avec L, niveau global d'écoute.

La complexité des variations de $\mathcal{L}_{FR}$ ne contredit pas les essais qui ont été faits pour comparer le niveau subjectif et les indications de plusieurs appareils de mesure (417) : on a trouvé que la majorité des observateurs percevait le niveau instantané des pics. Mais la concordance mise en évidence était malgré tout assez lâche, et surtout aucun essai n'a été réalisé, à notre connaissance, traitant comme dans le présent travail un nombre très élevé de paramètres

Quand le niveau global croît, le niveau des creux $\mathcal{L}_{fr}$ varie beaucoup moins vite que celui des bosses $\mathcal{L}_{FR}$. Ce sont les "forts" qui éclatent, effet assez général, même sur des modulations assez pauvres en aigu.

Les passages faibles à fort niveau global F peuvent avoir une

valeur subjective importante, comparable à celle des "forts" à niveau global f.



Nous avons remarqué que les forts à niveau f ne sont pas toujours cotés au-dessus des faibles à niveau fort, comme le voudrait l'interprétation traditionnelle de la dynamique; et que si cela se produit rarement, la différence $(\mathcal{L}_{FR})_f - (\mathcal{L}_{fR})_F$ est extrêmement variable dans des conditions de complexité qui ne le cèdent en rien à celle des autres facteurs.

On voit combien l'indice dynamique, bien que le meilleur des indices du même genre facilement accessibles au moyen de l'appareillage traditionnel (chapitre 9), est peu apte à rendre compte, dans le détail, de l'impression subjective.

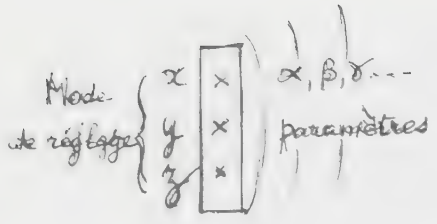
Ces considérations laissent pressentir l'insuffisance, combien évidente dans la pratique, des instruments de visualisation du niveau, VUmètre, modulomètre, ou autres. Seuls l'expérience et l'entraînement de l'opérateur permettent de réaliser une bonne correspondance entre les indications de l'appareil et les perceptions, et plus de réagir correctement que d'avoir conscience d'un tel accord. Pour faciliter ces opérations, E. LEIPP a préconisé (TONMEISTERTAGUNG, HAMBOURG 1969) d'utiliser 3 VUmètres spécialisés pour le grave, le médium et l'aigu. On a proposé de rassembler 8 couples de VUmètres et de voltmètres de crête, chacun d'eux travaillant dans une bande de fréquence différente (418). Le coût de ces appareillages est pleinement justifié par la complexité du problème à résoudre. C'est à notre sens une approche extrêmement intéressante.

Les observations générales faites pour l'appréciation des niveaux eux-mêmes restent valables pour les corrections souhaitées. On note cependant une tendance assez générale au relèvement du niveau des parties faibles ("creux"), quel que soit d'ailleurs le type de régulation. Il semble donc qu'existe une tendance à ramener le niveau d'écoute vers un juste milieu. Etant donné le soin avec lequel a été réalisé le réglage initial, une erreur résiduelle de "centrage" paraît fort improbable.

Les corrections souhaitées sont faibles en moyenne, parfois assez fortes dans les réponses individuelles. Les corrections des "FORTS"(bosses)sont supérieures à celle du niveau moyen et à celle des "faibles", mais cela dépend beaucoup des modulations. A niveau global élevé F, cette observation est moins nette. De même on tend à relever le niveau des creux d'une manière qui n'est pas toujours plus grande à niveau global faible f que celle du niveau subjectif moyen $\mathcal{L}_M$. Par conséquent, l'auditeur ne rejette pas systématiquement ce qui est trop fort ou trop faible, c'est affaire de cas d'espèce. Il respecte à priori le niveau relatif des bosses et des creux si la prise de son est faite correctement.

3 - ETUDE DES DIFFERENTES REGULATIONS

Sauf cas particuliers, l'influence du réglage est très faible pour la moyenne générale; mais on la trouve très sensible dans le détail, extrêmement complexe et variant suivant les combinaisons des paramètres. C'est dire que l'ordre relatif des valeurs d'un point



expérimental du sous-espace $\mathcal{E}'$ comprenant tous les paramètres, sauf le réglage dépend de ce point d'une manière dont ne rend compte aucune loi simple.

Par contre, si l'on considère des sous-espaces $\mathcal{E}''$ de $\mathcal{E}'$, on peut faire nombre de remarques intéressantes.

L'influence du réglage sur l'appréciation des traits varie considérablement avec la nature des modulations. C'est un résultat qui n'est pas surprenant; le nombre des modulations étudiées permet également d'affirmer que les types artistiques dynamiques ou spectraux n'ont pas une influence directe.

Le style de la compression de dynamique n'a pas d'effet systématique sur la qualité. Pour une modulation donnée, cet effet varie beaucoup avec le niveau sonore global et d'une manière qui n'est pas non plus systématique.

Lorsque l'on change de type de régulation, les variations souhaitées pour le niveau moyen, les bosses ou les creux ne concordent pas avec ce que l'on pourrait déduire de l'ordre de grandeur absolu. Par exemple, on peut observer des corrections très faibles pour des niveaux estimés très différents. Ceci est tous comptes faits très normal, chacun des réglages apparaît alors correct et valable dans ses conditions propres.

La réduction de la bande passante perturbe complètement l'ordre des valeurs x, y, z, mais non d'une manière systématique. Il en est de même en écoutant avec une attention relâchée ou une oreille déficiente.

Le test de Student-Fisher montre l'influence du réglage sur l'influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention et de la salle. Elle est faible dans l'ensemble, très marquée pour certaines comparaisons et certaines modulations.

Pour apprécier les résultats précédents, il faut noter que ces différentes régulations étaient très différentes pour des observateurs professionnels, bien distinctes pour des non spécialistes mais parfois peu discernables à l'écoute distraite. Les réactions des auditeurs étant la traduction objective d'impressions globales, il n'était pas nécessaire que celles-ci fussent pleinement conscientes pour avoir un impact subjectif appréciable. Il peut exister, en écoute relâchée, une nette influence résiduelle du type de réglage.

L'influence du type de régulation est, en résumé, inférieure à celle des modulations et du niveau global, mais comparable à celle des autres paramètres.

4 - OBSERVATIONS PARTICULIERES SUR LES CORRELATIONS.

Amplitude, Qualité : Cette liaison est d'importance simplement moyenne. L'influence du relief, des haut-parleurs, de l'attention et de la salle est assez faible. Par contre, celle du niveau d'écoute global est importante.

Cette corrélation est quelquefois négative, selon la modulation et même quelquefois la régulation.

Amplitude, Niveau moyen : Corrélation, toujours positive,

souvent importante, soumise à l'influence du relief, des haut-parleurs, de la salle et de l'attention, et d'une manière assez modérée à celle du niveau global.

Amplitude, Forts : Observations du même type; importance maximale de cette liaison, influence du relief... souvent très nette. Ces corrélations apparaissent plus grandes dans la plus petite salle d'écoute.

Amplitude, faibles : Liaison assez lâche, corrélation souvent négative, le plus souvent non significative. On retrouve donc très nettement la prédominance subjective des parties fortes, principales responsables de la sensation d'amplitude. Elle explique les remarques souvent faites en électroacoustique (160) ou en acoustique des salles (419) : les parties saillantes des "accidents" présentés par les caractéristiques physiques sont beaucoup plus significatives que les "creux".

Amplitude, corrections de niveau : Le relief agit peu, les autres facteurs toujours nettement, sur la liaison avec correction souhaitée pour le niveau moyen.

L'influence de l'attention et du niveau sonore global est grande dans le cas des "creux", estompée cependant par le caractère souvent non-significatif des coefficients.

L'amplitude paraît quelquefois croître si les corrections de "creux" augmentent. C'est-à-dire que ρ (Ampl., faibles) est parfois nettement positif; alors que ρ (Ampl., Forts) est négatif. L'aspect subjectif de l'amplitude comporterait donc un "appel" à remonter le niveau des parties les plus faibles, une concentration vers les niveaux moyens et non un épanouissement supplémentaire de la dynamique.

Qualité, Niveau moyen.

Grand nombre de corrélations assez faibles. Influence très nette du relief, de la qualité, de l'attention, et moindre pour les salles. Le plus souvent, la liaison est positive, bien que modérée.

Qualité, corrections de niveau. Ces corrélations se présentent avec une netteté variable, rarement très sensible; les régulations influent beaucoup sur les valeurs relatives, plus semble-t-il, dans ce cas, que la nature elle-même des modulations.

Le niveau global agit beaucoup sur les corrélations avec les corrections subjectives du niveau moyen ou du niveau des passages les plus intenses.

Brillant, Amplitude : Corrélations parfois très nettes, dans l'ensemble peu importantes, quelquefois négatives. L'influence de la régulation est très négligeable.

Brillant, Niveau moyen : Cette liaison est toujours positive. Son importance assez modeste conduit à préférer, pour accentuer le brillant, d'améliorer la prise de son elle-même plutôt que d'augmenter le niveau sonore.

Brillant, Corrections de niveau : Les liaisons apparaissent très floues, positives ou négatives, très nettes pour l'une des modulations cependant; ce qui montre à quel point un critère subjectif peut être d'importance variable selon les cas particuliers. C'est l'origine des difficultés mouvantes de la prise de son, que les praticiens connaissent bien.

5 - REMARQUES D'ENSEMBLE SUR L'INFLUENCE DES PARAMETRES

Le rôle de chacun des paramètres se dégage de l'exposé précédent. En raison de la dispersion des résultats partiels, il est cependant nécessaire de les regrouper d'une manière générale.

LES MODULATIONS

On a vu que chaque modulation présentait une caractéristique bien reconnaissable pour tous les sous-ensembles de paramètres, l'ordre de grandeur des résultats. Mais il n'est pas possible de lier cette "signature" ni aux genres, ni à l'indice ou aux types dynamiques, ni aux types spectraux. En particulier la parole et la musique ne sont pas distingués par ce critère.

Il n'y a pas de différence fondamentale, essentielle, entre musique et parole, ce qui recoupe les expériences de J.Chailley déjà citées (349) . L'intelligibilité de la parole est de même nature que la "définition" musicale (420). A cet égard le locuteur ne peut choisir à chaque instant qu'entre un nombre réduit de phonèmes (421), par contre le musicien dispose d'emblée de toutes "briques" de l'espace (temps, intensité, niveau) et la définition de la musique est beaucoup plus liée à l'esthétique que ne l'est l'intelligibilité pour la parole. Cette distinction n'est pas suffisante pour que la musique et la parole se comportent de manière systématiquement différente. Ceci est vrai de nos essais sur la dynamique comme de ceux qui portaient sur les enchaînements.

Chaque modulation représente en fait une matière sonore particulière, un "individu sonore", dont les caractéristiques physiques et esthétiques ne permettent en aucun cas de prévoir le comportement d'un observateur quel que soit le complexe d'écoute.

Indiquons ci-après les résultats pour certains sous-ensembles de paramètres

Les modulations riches en aigus sont souvent plus brillantes lorsque l'on emploie des haut-parleurs ordinaires. Dans d'autres cas, le brillant peut être imputable à un type dynamique très heurté et à un indice dynamique important.

L'influence du relief est très variable selon les modulations; elle se traduit par une ampleur et "définition" plus grande en stéréophonie (422), dont l'aspect subjectif est très diversement apprécié.

L'effet souvent bénéfique de la stéréophonie est plus net dans les modulations riches en aigu , malgré tout le rôle du type spectral est, dans l'ensemble insaisissable. Des réserves sont souvent faites dans certains milieux techniques sur l'intérêt de la décomposition de Fourier pour interpréter l'aspect subjectif des qualités physiques de circuits; nos essais les justifient amplement.

LE NIVEAU GLOBAL D'ECOUTE

Il constitue, après les modulations, le facteur le plus important. Nombre de traits ne croissent pas systématiquement avec le niveau. Il en est ainsi non seulement de l'amplitude et du brillant, mais également de la perception des parties "fortes" et l'on conçoit très bien que ce ne soit pas une anomalie. Les niveaux globaux d'écoute très intenses impliquent, pour être appréciés, des conditions d'écoute adaptées, des locaux très grands. Autrement, se produit ce que les techniciens appellent une "saturation" de la salle, un "man-

que d'air"; il s'agit d'une saturation de la perception du niveau dans son contexte esthétique et c'est elle que l'on observe dans les présentes expériences.

L'accroissement du niveau global n'est pas du tout systématiquement favorable à la qualité; par contre les valeurs élevées du brillant se placent souvent à fort niveau, mais pas toujours comme nous l'avons dit.

Pour un certain nombre de modulations, on préfere à fort niveau diminuer le niveau moyen plutôt que d'accentuer la correction des parties fortes ou faibles en écrasant la dynamique. Très généralement, les corrections de niveau moyen sont assez faibles, même à F = 85 dB.

Naturellement le niveau global agit sur le volume sonore et l'ampleur des sons dans l'espace subjectif, d'où effet variable du relief, des haut-parleurs, de l'attention et de la perfection de l'ouïe.

L'ensemble de nos résultats montre que dans le cas des modulations artistiques, il serait vain de lier plutôt la perception du niveau sonore aux courbes traditionnelles de sonie qu'aux échelles en dB (A). Les lois seraient tout aussi compliquées et cette modification ne tiendrait compte du point de vue physiologique que d'une manière tout à fait illusoire. Un ton pur et même un bruit rose sont aussi éloignés de l'ensemble des modulations que tout autre modulation de référence, comme l'ont montré les essais du chapitre I6.

C'est pourquoi, nous avons, en fonction d'essais préliminaires amplement confirmés, défini le paramètre de niveau subjectif sur l'échelle, non pondérée, du potentiomètre.

LE RELIEF SONORE

L'influence du relief est importante et systématique pour de petits sous-ensembles. Elle ne se traduit pas en un effet général, tel que l'accroissement de la qualité ou de l'amplitude subjective. L'accroissement a lieu dans un sens ou dans l'autre, très nettement pour chaque case. Cette dernière remarque ne confirme donc pas l'assimilation que l'on fait quelquefois entre "dynamique" et "relief" (423). Il s'agit dans ce cas d'un aspect particulier du relief, le volume sonore des "bosses" dans l'espace subjectif.

La variation des traits en fonction du niveau global est fortement perturbée, d'une manière complexe, quand on passe de la mono à la stéréophonie. Elle est imputable surtout à un élargissement de la scène sonore, la hauteur de celle-ci variant peu (424) et d'ailleurs perceptible dans l'écoute monophonique (425). Cet effet dépend nettement du type de réglage dynamique adopté.

Les corrections de niveau souhaitées divergent profondément selon le degré de relief. La stéréophonie n'apporte donc pas un accroissement systématique de la "qualité" que nous devons par conséquent distinguer du confort d'écoute. Ce dernier, incontestablement accru, justifie l'installation de la stéréophonie dans des conditions à priori très mal adaptées à la perception du relief (426).

LES HAUT-PARLEURS

L'influence de la qualité des haut-parleurs est surtout nette dans la petite salle d'écoute, de manière très générale et même pour les corrections de niveau. Elle dépend assez peu du type de régulation considéré.

L'amplitude est presque systématiquement affectée par les caractéristiques des haut-parleurs; elle est plus grande lorsqu'on choisit ces derniers de classe "ordinaire". Ceci est vrai quelle que soit la régulation, surtout dans la salle "Eco". L'écoute avec de tels haut-parleurs semble produire une gêne s'apparentant à la saturation due aux forts niveaux.

Le brillant est parfois aussi supérieur dans le cas "ordinaire".

Par conséquent, et cette conclusion est suffisamment générale pour être utilisable, l'écoute avec des enceintes simplement moyennes est loin d'être défavorable pour l'appréciation subjective des modulations. Le trait "qualité" lui-même n'est que de peu supérieur lors de l'écoute avec les meilleurs haut-parleurs, la différence étant bien plus faible que l'on aurait pu le prévoir.

Selon les points expérimentaux, l'influence du paramètre "qualité des haut-parleurs" infirme donc plus ou moins les idées préconçues. Dans le cas de notre public estudiantin, cela s'explique de façon semble-t-il satisfaisante par l'absence de conditionnement professionnel à une "qualité" maximale. Nous renouvellerons d'ailleurs à cet égard une observation déjà faite : en dépit de leurs caractéristiques exceptionnelles, les enceintes de type "haute fidélité" possèdent une tonalité, qui, au-delà de la satisfaction du technicien, est quelque peu gênante, acerbe aux yeux du musicien. Ce caractère a d'ailleurs été spontanément reconnu par les observateurs, qui ont réalisé à cette occasion une écoute spontanée, donc exempte de préjugés.

INFLUENCE DE L'ATTENTION

L'attention influe très nettement sur l'amplitude qui est souvent plus faible dans le cas d'une écoute relâchée. Cette influence est du même ordre que celle des haut-parleurs ou du relief, moins systématique.

Les modulations ont une très grosse importance. et de même le style de la compression (x, y, ou z).

L'ordre de grandeur des différences dues à la régulation apparaît du même ordre en écoute soutenue ou relâchée. Ceci corrobore l'idée que l'écoute dite relâchée est cependant une écoute de qualité; il est donc nécessaire d'apporter autant de soin à la régulation du niveau lorsque l'on sait que l'écoute n'est pas suivie avec une attention soutenue. C'est le cas, par exemple, de la musique souvent utilisée en fond sonore.

L'attention possède aussi une influence sur le brillant et les corrections de niveau : le premier est supérieur ou non, selon les modulations, les seconds montrent la tendance à modérer le niveau lorsque l'attention est distraite par un travail annexe.

Le test de Student-Fisher est, de tous, le plus significatif,

pour le mélange de tous les paramètres. Pour les projections sur des sous-espaces ("sections"), que représentent les divers tableaux, les actions apparaissent localement assez modérées. La conclusion sur l'importance du paramètre "attention" varie selon l'importance attribuée aux cas particuliers par rapport à l'ensemble des résultats. C'est là une option, de caractère esthétique, voire économique, qui dépasse le cadre de cette étude. Cette remarque est d'ailleurs valable pour toutes nos analyses effectuées "statistiquement", comparée à l'étude préliminaire des "moyennes".

LE LOCAL D'ECOUTE

L'influence statistique de la salle est faible dans l'ensemble; on retrouve cependant de nombreuses actions au niveau de sous-ensembles divers. On met en évidence le rôle du réglage dynamique dont l'effet est plus faible dans la petite salle "Eco". L'écoute dans une salle assez grande serait donc plus favorable pour l'appréciation de la régulation de niveau; c'est une observation bien familière aux preneurs de son.

L'influence des salles est imputable naturellement aux différences de caractéristiques physiques, encore que celles-ci apparaissent bien insuffisantes pour rendre compte des impressions subjectives (427). Si le temps de réverbération est nettement différent dans chaque local (chapitre I), la diffusion est toujours importante, même pour des salles en forme de parallélépipède (428).

La réverbération agit également de manière indirecte selon le studio d'écoute; elle est plus ou moins grande que celle des locaux d'enregistrement. D'où, pour l'auditeur, une coloration différente. En fait, la réverbération "à la prise de son" est masquée uniquement dans le studio de I200 m², et pour les modulations parlées.

Cependant ces divergences entre locaux d'écoute portent d'abord sur la structure de l'espace physique, ou plutôt du champ acoustique; elles se traduisent de manière très complexe en des interactions avec les paramètres psychophysiques, voire esthétiques.

Sonoriser un auditorium revient à construire, au moyen du champ physique, une architecture de l'espace subjectif (429). On peut noter d'après l'ensemble de nos essais que cette opération dépend en toute rigueur , non seulement du genre artistique (valeur "optimale" du temps de réverbération), mais de tous les facteurs G, I_d, TD, TS, des paramètres étudiés, et du caractère esthétique de l'oeuvre.

LA BANDE PASSANTE

La réduction importante de la bande des fréquences transmises que nous avons réalisée dans nos essais comparatifs devrait, a priori, se traduire par une perturbation complète des résultats. En effet la couleur, (430, 431) la netteté des attaques (432, 433), dépendent beaucoup de la bande passante. Cependant l'écoute dite "musicale" réserve des surprises. On a rappelé que des amputations importantes de la bande passante, loin d'être honnies, se révélaient dans certains cas souhaitables (chapitre I2); les musiciens n'ont une conscience directe que d'un nombre assez réduit d'hormoniques (434). C'est donc sans idée préconçue que nous avons, en fin de compte, dépouillé les résultats de cette série d'essais où les su-

jets sont placés dans les conditions réelles de l'écoute artistique.

La comparaison des tableaux pour la bande complète et la bande réduite montre, effectivement, une différence qui loin d'être massive, est dans l'ensemble assez faible. La bande passante est un paramètre d'influence moyenne. La perturbation n'est pas complète, l'écoute à bande réduite conserve, dans le détail l'intelligibilité esthétique et la valeur affective du message.

Les différences de "qualité" et de "brillant" elles-mêmes ne sont pas systématiques et dépendent des modulations.

La force sonore des passages intenses est souvent plus importante en bande réduite; cette observation analogue n'est valable pour les parties faibles et le niveau moyen. On retrouve donc l'effet de "gêne" déjà signalé, plus important à niveau global F, variable avec la modulation et son réglage.

INFLUENCE DE L'AUDITION

L'influence de l'audition peut être prévue dans les mêmes conditions que celle de la bande passante. Là aussi, un doute est permis; les oreilles les plus sensibles ne sont pas nécessairement les plus délicates (312c), distinction classique entre les capacités physiologiques et la perception esthétique. Nous concevons très bien une adaptation de celle-ci à la dégradation progressive de l'ouïe; les conclusions obtenues devraient être nettement tempérées pour l'appréciation du comportement des auditeurs cultivés présentant une ouïe quelque peu déficiente.

Ayant, pour les raisons déjà exposées (chapitre I, chapitre I2) dû effectuer personnellement les essais complets, nous avons, pour améliorer la simulation, imaginé que nous étions dans une telle situation et tenté de pallier au maximum les perturbations auditives que nous supportions.

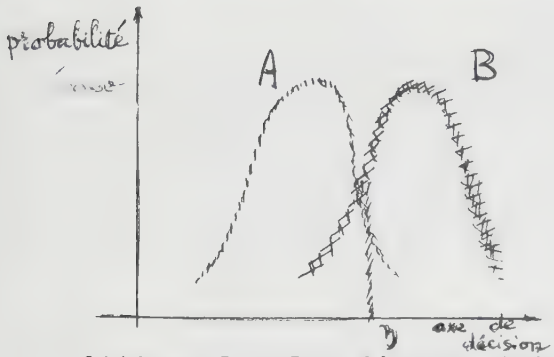
Dans ces conditions, l'influence de la qualité de l'ouïe s'est montrée flobalement assez modeste, un peu plus nette dans le détail, mais somme toute relativement peu importante, bien moins que pour l'appréciation quasi-instantanée qui faisait l'objet du précédent chapitre, ou pour les transitions acoustiques.

On peut conclure en soulignant l'importance d'une audition intacte, l'effet d'une dégradation progressive étant minime pour l'appréciation artistique globale, mais beaucoup plus sensible pour la technique elle-même de la prise de son.

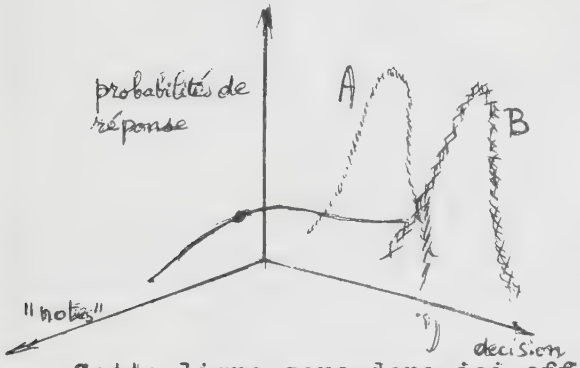
Le développement qui précède confirme le caractère éminemment variable des jugements concernant la dynamique sonore, dès que l'on ne s'impose pas une attitude stéréotypée. Dans le débit d'informations très important que captent les organes sensoriels, le cerveau sélectionne la fraction qu'il juge momentanément la plus importante (435)et la résume en un message, source du comportement observé, ici de la réponse aux questions posées.

C'est au stade de cette sélection qu'intervient la variabilité que nous avons observée.

Reprenons maintenant le modèle de la théorie de la détection (chapitre I2). Le sujet doit comparer ses perceptions réelles ("B") aux perceptions correspondantes souhaitées qui constituent sa référence personnelle ("A"). Pour l'étude des enchaînements (chapitre I4), nous avions admis que la courbe A présentait une certaine imprécision, la courbe B un flou variable, au total très important, le critère η apparaissant variable aussi. Dans le cas présent, la perception de référence elle-même paraît être assez floue, moins que B qui dépend des conditions locales d'appréciation, mais cependant fluctuante. L'échantillonnage et la quantification concernent essentiellement l'axe de décision, qui représente l'échelle des caractéristiques jugées dignes d'attention par l'observateur dans les conditions de l'essai et en fonction desquelles il se détermine.



Le choix d'un nombre sur une échelle peut alors être obtenu selon le modèle suivant, qui complète le précédent.
La figure est étendue à 3 dimensions, avec un axe supplémentaire, portant les cotes de 0 à 20. Pour chacune d'elles on peut tracer les mêmes "courbes" A et B, qui engendrent 2 surfaces, plus ou moins floues, pour chaque cote et chaque valeur de η ; l'ensemble des probabilités de réponse B/A dessine une courbe. Le maximum de probabilité atteint par cette courbe correspond alors à la note indiquée par le sujet. Cette ligne sera donc ici affectée d'un certain flou et dépendra beaucoup du codage des informations entrainant la décision, en fonction de la situation particulière de l'observateur, tous paramètres objectifs étant fixés.



Ce modèle nous semble rendre compte de la complexité des résultats. On voit combien il s'éloigne de celui que l'on admet implicitement dans les milieux techniques, celui d'un thermomètre gradué en niveau d'intensité sonore subjective, la température simulant la pression physique.

Pratiquement, l'enseignement essentiel des études sur la dynamique que l'on vient d'exposer, comme de celles portant sur les enchaînements est le suivant : il faut que la prise de son soit effectuée et contrôlée dans les conditions les meilleures, mais que l'opérateur ait conscience, par des écoutes effectuées dans les conditions moyennes des auditeurs, des problèmes soulevés réellement à la réception.

CONCLUSIONS GENERALES

Il est maintenant possible de brosser un panorama assez équilibré des résultats de notre travail. Suivant leurs tendances personnelles, les chercheurs qui se sont attaqués à ces problèmes ont mis l'accent sur les aspects purement physiques, ou psychologiques. On a tenté, dans les études qui précèdent, d'unir ces deux points de vue et l'on peut du moins pressentir leurs relations étroites, pour ainsi dire organiques; les paramètres strictement physiques ou strictement subjectifs ne présentent pas une influence de type différent.

Deux notions directrices permettent de rendre compte des phénomènes psychophysiques concernant le domaine sonore : la quantification du diagramme d'information(436,437), entraînant la résolution de celui-ci en cellules élémentaires et le choix de celles-ci lors de la perception auditive. Celle-ci comporte des aspects multiples, aux connexions étroites, évolutives eu égard au déroulement temporel.

Nous avons porté, dans cette étude notre attention première sur la notion de niveau sonore. Très vite est apparue la nécessité de dépasser le concept de force sonore pure, jugée par analogie avec celle d'un bruit impersonnel ou d'un son sinusoïdal. Si l'on peut, sur cette base, effectuer des essais encourageants concernant les appareils permettant de contrôler le niveau(438), il est impossible d'expliquer l'ensemble de nos résultats sur l'écoute des modulations. Dès que l'on se dégage d'un point de vue strictement technique, la "force sonore" devient une abstraction; les réactions des observateurs concernent une appréciation concrète du niveau subjectif, inséparable de la matière sonore elle-même. La régulation du niveau sonore (voir fig I, introduction) ne peut être assimilée à celle d'une grandeur physique, le déplacement d'un potentiomètre, que par la médiation de lois très complexes.

Toute régulation se résume (439) en la perception des informations, l'élaboration et l'exécution de l'ordre. La partie objective de cet ultime processus, c'est-à-dire la manoeuvre du curseur, ne doit pas masquer l'aspect réel des deux premiers "étages", qui font pleinement intervenir la subjectivité des auditeurs. Le comportement de ces derniers ne peut, malgré les apparences, être décrit sous la forme d'un automatisme à séquences (440), adapté à des systèmes beaucoup plus simples; il est analogique, d'un caractère mouvant et fluctuant que nous allons tenter de préciser. Le problème de la régulation du niveau sonore est bien celui de la réception, au sens subjectif du terme; cette observation n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de la communication sociale (441).

Les réactions des auditeurs ne peuvent se comprendre, dans leur diversité, que si l'on pense à celle des types psychologiques dont l'influence sur l'écoute elle-même a été mise en évidence (442), ou à la variété de leur formation esthétique et technique (443). Les sujets qui ont collaboré à nos essais présentaient de ces deux points de vue une certaine homogénéité qui s'est traduite dans celle des réponses. Lors de l'écoute en groupe, nous avons tenu compte non seulement de l'effet psychologique, mais des phénomènes physiques de diffraction (444), éventuellement non linéaires à fort niveau (445), en conservant aussi constantes que possible les dispositions géométriques (chapitre I2). Il subsiste une variabilité très importante, même pour un

auditoire relativement uniforme, même nous l'avons vu pour un seul observateur répétant plusieurs fois les essais.

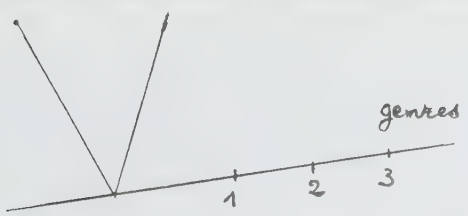
Cette situation se traduit par une certaine imprécision dans les réactions instantanées, un "jeu" au sens mécanique du terme (446, 447) dont on sait qu'il peut être générateur de processus très différents pour des modifications initiales minimes. On peut penser qu'il existe de même un "jeu" dans les perceptions subjectives particulières à l'écoute des modulations ayant un sens artistique, conduisant à des comportements très variés. L'axiome de cohérence (149 k), bien connu dans la théorie des choix, indique que si l'on choisit un sous-ensemble S dans T, puis un élément x dans S, cette décision est aussi valable pour le choix de x dans T. Il n'est pas vérifié pour une écoute artistique, le centre d'intérêt retenu par le sujet dans une portion de modulation n'est en général pas le même que si l'on écoute l'oeuvre complète.

Cette remarque, et la constatation de fluctuations du choix au moment critique constituant le "jeu", permettent de ne pas s'étonner de l'aspect "aléatoire" de nos tableaux de valeurs numériques. Cela confirme notre expérience personnelle de la prise de son et de l'écoute: les règles précises, les lois rigoureuses, les opinions tranchées ne correspondent qu'à une vue très partielle des problèmes, limitée à des considérations pratiques immediates. La précision, la rigueur, la netteté conservent bien entendu leur valeur dans la régulation du niveau sonore et l'appréciation subjective, mais elles concernent l'interprétation et la synthèse conscientes de perceptions qui sont, par nature, très complexes.

Les modulations elles-mêmes ne constituent pas des notions dont on puisse apprécier d'emblée tous les aspects. Les sons de toute espèce, ayant ou non un sens musical ont pu être classés en différentes régions d'un même domaine continu (448), les sons musicaux ayant des caractéristiques typiquement non stationnaires. Mais la perception et l'intégration psychologique livrent des modalités fort complexes, même pour des oeuvres musicales classiques. Au-delà des sensations auditives, la perception musicale est liée au débit d'information que peut percevoir un auditeur, et au choix de cette information dans un débit supérieur et varié offert par la source sonore (M. Philippot 449). L'aspect subjectif des modulations est donc, par nature, mouvant, instable; dans le cadre d'habitudes et de règles esthétiques, l'auditeur sélectionne les sous-ensembles effectivement perçus, prélevés sur la matière sonore qui lui est fournie.

On peut représenter comme suit la complexité croissante des phénomènes physiques, sensoriels et perceptifs en les repérant dans des ensembles convenables.

Les paramètres ne faisant pas intervenir de données esthétiques constituent un espace vectoriel $\mathcal{E}$. Si l'on considère en outre les modulations, on peut effectivement définir une "dimension" supplémentaire concernant le genre, mais l'ensemble $\mathcal{M} \supset \mathcal{E}$ obtenu n'est plus un espace vectoriel (comment définir la source de 2 genres artistiques). On peut cependant repérer ces genres par des graduations sans s'attacher à leur signification profonde, auquel cas $\mathcal{M}$ devient un espace vectoriel. Nous adopterons cette convention. Les relations entre paramètres s'expriment dans le cadre de projections parallèlement à certains sous-espaces.

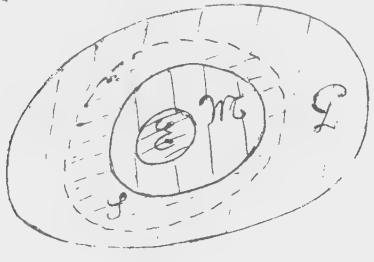


Cet espace $\mathcal{M}$ est celui des modulations "effectives", qui sont définies non seulement par les paramètres intrinsèques tels que le genre, le spectre, etc... , mais par toutes les conditions réelles du complexe d'écoute ($\mathcal{A}$ introduction)

Dès que nous abordons le domaine des sensations, que nous représenterons par un ensemble $\mathcal{S}$, il n'est plus possible que de les repérer partiellement dans $\mathcal{M}$. Donc $\mathcal{S} \supset \mathcal{M}$. Les sensations elles-mêmes font déjà intervenir des relations très complexes entre les aspects subjectifs définis par les paramètres repérés dans $\mathcal{M}$, relations dont la forme dépend de tous ces paramètres.

Les perceptions constituent l'aspect supérieur des impressions subjectives et font intervenir les facultés psychologiques les plus élaborées, la personnalité et la culture. Bien souvent la distinction entre sensation et perception est assez floue, du moins dans le langage courant. Son intérêt est manifeste, par exemple, dans le cas simple de la sonie. Les lois de la sensation de niveau présentent une certaine stabilité que n'ont pas celles de la perception, lesquelles dépendent de l'attention du contexte au sens large, de l'émotion esthétique, etc...Une distinction du même ordre s'impose pour l'écoute des "modulations", la sensation se rapprochant en quelque sorte d'une perception statique, la perception dynamique se résolvant en l'appréciation de "traits".

Si nous représentons alors les perceptions par un ensemble $\mathcal{P} \supset \mathcal{S}$, nous pouvons résumer les résultats de notre étude sous la forme suivante.



Les parametres physiques repérés dans $\mathcal{S}$, contribuent a définir les modulations. Si l'on introduit pour celles-ci la notion de "genre artistique", moyennant un codage symbolique, on peut introduire à ce niveau "objectivé" une dimension supplémentaire conférant à le caractère d'un espace vectoriel.

L'écoute réelle des "modulations effectives" $m \in \mathcal{M}$ produit des sensations $s \in \mathcal{S}$, et des perceptions $p \in \mathcal{P}$. Ces dernières sont extrêmement fluctuantes. L'auditeur peut être plus ou moins actif. Son rôle consiste à choisir dans "$\mathcal{P}$" des sous-ensembles qu'il identifie à ce que nous avons appelé les "traits"; la combinaison de ceux-ci constitue le "caractère esthétique". On voit combien, à ce niveau de sensibilité, les partitions de $\mathcal{P}$ et les "recombinaisons" de traits peuvent être réellement "subjectifs". Lorsque l'on pose des questions précises aux observateurs, on ne peut s'étonner que les réponses, application de sous-ensembles de $\mathcal{P}$ dans des "cases" de $\mathcal{M}$, présentent l'aspect dont rend compte le modèle des "cloisons étanches" (chapitre I3). Les lois sont valables pour des cases, sous-ensembles peu étendus de $\mathcal{M}$, et peuvent être très différentes pour des cases topologiquement voisines; il en est de même pour l'ordre de grandeur de la variation obtenue en suivant des chemins voisins.

Considérons maintenant l'ensemble $\mathcal{P}$ sur lequel nous avons défini les "traits". La possibilité d'évaluer ceux-ci de manière objective revient à pratiquer pour $\mathcal{P}$ un "échelonnage multidimensionnel" ($39\,s$), donc à repérer certaines parties de $\mathcal{P}$ relatives aux réactions d'un observateur dans des conditions bien déterminées, au moyen d'un espace vectoriel. La particularité de $\mathcal{P}$ réside en ceci: l'observation "localisée" est définie par un point de $\mathcal{M}$, et si l'on appelle $\mathcal{P}(\mathcal{M})$ l'es-

pace vectoriel des "perceptions objectives" dont nous venons de parler, $\mathcal{P}(\mathcal{M})$ n'est défini que pour un sujet donné et à un instant donné. D'où l'influence très importante du temps et du lieu qui se traduit par des modifications extrêmement sensibles des $\mathcal{P}(\mathcal{M})$ correspondants, sans relation de voisinage.

Comparer deux modulations effectives, c'est-à-dire deux oeuvres différentes, ou des régulations différentes de la même oeuvre revient à comparer $\mathcal{P}_1(\mathcal{M})$ et $\mathcal{P}_2(\mathcal{M})$. On peut définir dans $\mathcal{M}$ une "distance" $\sum |x_i - x'_i|$ ou $\sqrt{\sum |x_i - x'_i|^2}$. Qu'en est-il d'une notion équivalente dans $\mathcal{P}$, c'est-à-dire, pratiquement, d'une distance dans $\mathcal{P}(\mathcal{M})$? Des études ont laissé pressentir que pour des stimuli même simples, on devait renoncer à une distance euclidienne (450). A fortiori est-il bien improbable que l'on puisse rendre compte de la "différence" entre la perception de modulations réelles par une distance définie analytiquement.

Nous avons dans ce travail suivi une voie d'approche d'allure plus expérimentale, en nous basant sur l'hypothèse de la perception globale. Représentant l'aspect subjectif des modulations par celui d'un bruit rose, éliminant donc les variables proprement esthétiques, il s'est avéré possible d'obtenir des échelles cohérentes de comparaison, d'où une notion de distance. On a d'ailleurs préconisé le terme "écart", certaines conditions mathématiques n'étant pas remplies.

L'écart entre deux modulations serait donc celui pouvant être défini entre deux échantillons de bruit rose. Cependant, on a montré (chapitres 15 et 16) que la complexité inhérente à la perception des modulations, selon le point de $\mathcal{M}$, était largement reportée sur celle du bruit rose. L'écart est aussi variable que les autres notions subjectives faisant l'objet de cette étude; et ceci bien qu'en tout point de $\mathcal{M}$, il soit bien défini comme différence entre des niveaux de bruit rose.

L'introduction de l'écart entre modulations effectives, s'il est commode, puisque la régulation du niveau apparaît alors comme celle de l'écart entre la modulation réelle et la modulation souhaitée, ne simplifie donc pas réellement le problème. Pour cette raison, nous avons considéré le plus souvent les modulations elles-mêmes, du moins dans les questions portant sur le réglage de la dynamique.

L'intérêt essentiel des études faites avec le bruit rose est de faire apparaître au grand jour la notion de perception globale, au sens de la théorie de la forme (Gestalt), que nous avons développée au long des chapitres qui précèdent. Des expériences récentes (451) sur le niveau sonore préférentiel, qui est indépendant de la bande passante, et peut être repéré par celui d'un bruit rose, confirment ces résultats.

Encore convient-il de noter le rôle particulier du temps pour les phénomènes auditifs, lesquels consistent essentiellement en une variation temporelle de la pression sonore. Non exclusivement cependant; selon des hypothèses de travail concernant l'écoute binaurale (452), la perception de l'espace subjectif serait lié au caractère spatial du récepteur auditif constitué par les deux oreilles et la tête elle-même de l'observateur. De toutes façons, la perception sonore globale résulte en premier lieu d'une intégration temporelle (453), processus qui interviendrait aussi dans la perception visuelle (454).

L'audition se présente comme un phénomène de reconnaissance des formes, en liaison avec la "Gestalt théorie", inspiratrice de nombreux travaux sur la parole et la musique (454). Pour l'écoute artistique des modulations, les vérifications apparaissent beaucoup moins avancées que pour celle des éléments sonores de durée brève, dont l'analyse est plus accessible si l'on fait abstraction du contexte. Mais adopter cette théorie comme hypothèse de travail apparaît tout à fait raisonnable.

Afin d'interpréter l'ensemble de nos résultats, nous pouvons maintenant proposer un modèle de l'audition et du jugement adapté au cas des modulations ayant une signification artistique.

Un modèle est en quelque sorte une représentation synthétique d'un original dont on dégage des caractères bien définis (455) , et sur lesquels porte l'analogie recherchée. Son élaboration représente donc un certain effort d'abstraction et une certaine satisfaction pour l'esprit. De nombreux modèles ont été proposés dans le domaine de la physio et de la psychoacoustique et l'on s'est efforcé d'en trouver les localisations anatomiques dans le cerveau. C'est ainsi que l'on est allé fort loin dans les modèles neuroniques jusqu'à expliquer des particularités très fines concernant le son résiduel (456) . Deux chercheurs américains, Mac Culloch et Pitts (457) ont même établi la théorie générale d'un modèle de structure des centres supérieurs, véritable "manifold" à feuillets multiples, répondant à certaines exigences des transformations dans le temps et dans l'espace portant sur des signaux acoustiques et optiques; de plus il en est donné des preuves histologiques assez surprenantes par leur précision anatomique.

Ces recherches ne concernent malgré tout que la perception des sons élémentaires; étant donnée l'ampleur du problème analogue pour les modulations, nous ne pourrons que proposer un modèle beaucoup plus général rendant compte de l'attitude globale des observateurs.

Il est absolument nécessaire, dans la simulation de ces phénomènes, de faire intervenir un ordinateur, dont les potentialités ont été récemment mises en évidence dans toutes les parties de l'acoustique (458). On doit tenir compte de l'importance de la corrélation (459) dans la communication objectif-subjectif en laquelle se résume la fonction de perception; il en découle la nécessité d'une mémoire, d'un stock d'informations de référence auxquelles on compare les informations afférentes. D'où le schéma élaboré par Leipp (460, 461), rendant compte d'une manière très générale des phénomènes concernant l'audition, sur la base de la reconnaissance des formes.

Le tableau I57 représente les aspects principaux du modèle que nous proposons, adapté à la perception des modulations de type radiophonique, et plus particulièrement à celle du niveau d'intensité sonore.

L'auditeur observe un certain nombre de "caractères", qui s'identifient à certains traits élémentaires ou ensembles de traits. Ces caractères seront par exemple le niveau sonore, la sensation de hauteur, le temps, ...plus généralement toute grandeur subjective "prélevée" sur la perception d'une modulation. Le modèle rendrait compte de tout caractère intimement lié à l'ensemble des paramètres, de telle manière que sa perception "intrinsèque" soit très rare, ou voulue par des spécialistes. C'est précisément le cas du niveau sonore, objet du présent travail.

Le schéma fonctionnel de l'audition que nous allons présenter

(tableau I57 - I^{e} partie) est valable pour un caractère donné, ici le niveau d'intensité sonore subjective. Il concerne l'ouïe au sens large, sans préjuger de son caractère mono ou binaural. Pour une écoute dans des conditions naturelles, on peut admettre que les deux oreilles interviennent, et sont couplées de manière variable par le champ diffracté produit par la tête ainsi que directement par celle-ci. Lorsque nous mentionnerons l'oreille externe sans autre précision, il s'agira de la partie externe du système auditif.

Dans le complexe d'écoute (cf. introduction) est créé autour de la tête T de l'observateur un champ acoustique agissant directement sur l'oreille externe OE, d'où formation des ondes de pression attaquant le tympan puis l'oreille moyenne OM, filtre mécanique. L'oreille interne OI émet ensuite des potentiels impulsifs représentant un véritable codage de l'information. Les centres supérieurs peuvent être représentés par un ordinateur disposant d'une mémoire permanente MP et d'une mémoire transitoire dite "phosphorescente" MØ. Par corrélation entre MP et MØ les objets sonores sont détectés, identifiés, évalués. Il paraît aller de soi que ces mémoires sont d'ordre physique et constituent un codage, par des procédés anatomiques et biochimiques de caractéristiques physiques adéquates, plus complexes que les paramètres définis au moyen de l'espace $\mathcal{M}$. Quoi qu'il en soit, la justification de ces mémoires, qui présentent un aspect psychologique évident, est d'ordre fonctionnel.

Nous insisterons particulièrement sur le rôle de l'ordinateur et pour cela, nous allons expliciter le rôle du programmeur et de l'analyste.

Le premier doit établir son programme d'une manière qui ne peut être fixée une fois pour toutes (à moins de donner à la fonction correspondante un sens très large). Il disposerait lui-même d'un ordinateur commandé par des programmes plus stables que ceux traitant directement la modulation, et de mémoires à long et à court terme M'P, M'Ø . Ces programmes sont régis et adaptés par l'analyste dont l'action est d'une part globale ("sens" de l'oeuvre, culture générale, dispositions psychologiques et affectives), d'autre part glissante, c'est-à-dire adaptée aux circonstances lors du déroulement effectif des phénomènes sonores.

Quelles circonstances? Il s'agit essentiellement du travail intellectuel que constitue l'écoute d'une oeuvre artistique, de l'échantillonnage subjectif réalisé par l'observateur, très variable d'un auditeur à l'autre et pour le même auditeur selon, précisément, les "circonstances". On pourrait dire, avec quelque exagération, qu'il s'agit d'un prélèvement "au hasard", l'auditeur choisissant et perfectionnant son choix lors de son écoute, ce qui l'intéresse momentanément le plus dans l'oeuvre qu'il apprécie. Naturellement le hasard n'est qu'apparent et de toutes manières limité par la nature même des modulations et du complexe d'écoute. Cependant l'observateur dispose d'une liberté suffisante pour que ses décisions de réponse, dans le cadre de questions constituant un plan d'expériences rigides, n'apparaissent souvent pas suivre des lois générales, comme celles que l'on rencontre dans la psychophysique des sons élémentaires.

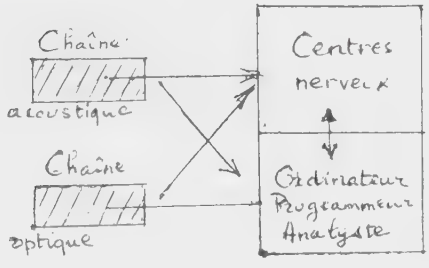
Résumons le processus de l'écoute et du jugement des modulations (tabl. I57).

Le sujet possède dans ses mémoires relatives à l'analyse globale des informations suffisantes pour que soit défini le mode d'établissement des courbes A et B ainsi que le critère de choix η (chapitre I8, tabl.I57, 2^{e} partie). Ces courbes de choix sont élaborées pour chacun des échelons quantitatifs de jugement. A ce stade, les courbes A sont précisées et c'est l'analyse glissante qui définit les

courbes B, en fonction de l'échantillonnage correspondant aux sensations réelles. D'où pour chaque échelon, après affinage sensation → perception (processus I-2), un choix potentiel qui finalement se traduit par la sensation correspondant au maximum de la courbe C ("jugement", tabl.I57, I^e partie).

On pourrait naturellement concevoir des modèles plus simples qui, au prix d'hypothèses implicites concernant la structure réelle des variables, donneraient satisfaction.

Ce serait le cas d'un appareil comportant deux échelles linéaires, l'une à graduation relativement bien définie permettant de placer un index repérant les caractéristiques des modulations effectives, l'autre à graduation fluctuante selon l'observateur et correspondant aux jugements. Cette représentation masquerait une partie du problème et ne mettrait pas en évidence le rôle essentiel des références psychophysiques pour l'établissement et l'interprétation de l'échantillonnage réalisé pendant l'écoute.



Le modèle proposé s'adapte immédiatement aux problèmes de l'espace subjectif audio-visuel (462). L'introduction de l'image (463) a d'ailleurs joué, comme la stéréophonie, un rôle de révélateur pour toutes les questions de perception dans un espace subjectif; en premier lieu l'espace sonore.

Nous voyons, au terme de cette étude, combien l'obtention continue du niveau sonore optimal, c'est-à-dire sa régulation, dépend des conditions d'écoute, donc, en dernière analyse, de l'auditeur. C'est en fonction de ce dernier que l'on devra réaliser la prise de son. Tout en améliorant la qualité technique des locaux, de l'appareillage, et des méthodes, encore insuffisante pour susciter pleinement l'enthousiasme créateur de la qualité artistique, on doit s'astreindre à tester les prises de son dans des conditions accessibles aux observateurs courants.

Malgré sa perfection (464), et ce sera notre conclusion, l'ouïe n'est qu'un instrument de la perception dont on doit rechercher les clés dans la psychologie et l'esthétique. Il en est ainsi d'une notion, à priori d'une interprétation physique aussi simple que celle du niveau d'intensité sonore subjective.

R E M E R C I E M E N T S

Je remercie très vivement Monsieur le Doyen GAUTHIER, Directeur de l'UER de Mécanique, d'avoir accepté, s'ajoutant aux nombreuses responsabilités qui sont les siennes, la présidence du jury de thèse.

Je suis profondément reconnaissant envers Monsieur le Professeur SIESTRUNCK d'avoir bien voulu diriger ce travail, malgré ses lourdes charges d'enseignement et de laboratoire; qu'il soit assuré de toute ma gratitude pour m'avoir ouvert les horizons de la rigueur et de la persévérance indispensables dans une étude universitaire.

Que Monsieur LEIPP, Maître de Recherches au CNRS y soit associé, pour l'exemple qu'il m'a donné de théories aussi fructueuses, dans le domaine de l'acoustique musicale.

Que Monsieur l'Ingénieur Général MATRAS, Directeur Adjoint pour les Etudes et les Laboratoires à l'ORTF, qui m'a fourni les conseils, les possibilités matérielles et l'appui moral nécessaires à l'accomplissement d'un tel travail trouve ici l'expression la plus sincère de ma gratitude et de ma reconnaissance.

Je tiens également à remercier Monsieur PUJOLLE, Inspecteur Général de l'ORTF qui m'a vivement encouragé à entreprendre et poursuivre ces études.

J'exprime à Monsieur GOUSSOT, Ingénieur Général à l'ORTF, à Monsieur BUFFARD, Ingénieur Général et à Monsieur LAMORAL, Ingénieur en Chef, toute ma gratitude pour l'intérêt qu'ils ont porté à ces recherches.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur PHILIPPOT, Chef du Service de la Musique à l'ORTF et professeur de composition au Conservatoire National Supérieur de Musique, car il est grandement responsable de mes premières initiations à la prise de son de haute qualité.

Que les personnels du Laboratoire d'Acoustique, du Service des Etudes, du Service de l'Informatique, du Service de l'Exploitation et des Services Artistiques de l'ORTF, dont à divers titres, la collaboration a facilité la réalisation de certains aspects de ce travail, soient également remerciés.

J'exprime particulièrement à Madame THEBEAUS, qui supporta la lourde tâche de la mise au net d'un texte manuscrit souvent rébarbatif, toute ma reconnaissance.

B I B L I O G R A P H I E

I J. Bernhart - Traité de prise de son (Editions Eyrolles PARIS I950)
a (p 23) b (p I53) c (p 356) d (p 93)
e (p 368) f (p 9I)

2 V. Jean - Louis - L'Ingénieur du son (Editions Chiron PARIS I955)
a (p I69) b (p I70) c (p I77)

3 R. Lehmann - La détermination de l'intensité subjective des bruits à partir de leur analyse spectrale.
(Isolation et Revêtements - Sept. Oct. I966, n° 55 pp 9 - I4)

4 Consignes d'Exploitation concernant l'emploi du VUmètre.
(Consigne ORTF, I964)

5 P. Schaeffer - Traité des Objets musicaux (Edit.du Seuil PARIS I966)
a (p 95) b (p I04) c (p I69) d (p 507)

6 R. Francès - La perception de la musique
(Librairie philosophique VRIN PARIS I958)
a (p 24) b (p 80) c (p 260) d (p 234)
e (p 3I2)

7 P. Righini - Nei meandri dei suoni
(Antenna Ital. août I95I - n° 8 pp I79 - I8I)

8 A. Moles - Théorie de l'information et perception esthétique (Flammarion PARIS I958)
a (p I34) b (p 23) c (p 93) d (p I25)
e (p 42)

9 L. Châtenay - Technologie Basse Fréquence.
(Cours de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications PARIS I965)
a (p 33) b (p 95) c (pp 57 - 59)

I0 F. Winckel - Vues nouvelles sur le monde des sons (Dunod PARIS I960)
a (p I08) b (p 7) c (p II2)

II S.S. Stevens, H. Davis - Hearing its psychology and physiology (John, Wiley & Sons N.Y. I954)
a (p I62) b (p 40) c (p 223) d (p 80)
e (p 436) f (p I27)

I2 H. Mertens - Etude théorique de l'écoute directionnelle en stéréophonie.
(Revue de l'Union Européenne de Radiodiffusion. Cahier A - Technique, N° 92, août I965 pp I - I4)

I3 Y. Makita - Localisation directionnelle du son dans un champ sonore stéréophonique.
(Revue de l'U.E.R. Cahier A Technique n°73, Juin I962 pp 2 - 8)

I4 R. Condamines - La stéréophonie - Théorie générale.
(Revue du son - mars I967 pp 9I - 96)

I5 Kai von Fieandt - Toward a unitary theory of perception
(Psychological Review, vol 65 n°5, I958, pp 3I5 - 320)

I6 R.S. Woodworth - Psychologie expérimentale.
(Presses Universitaires de France Paris I949)
a (p 54) b (p 227) c (p 29I)

I7 R. Condamines - Le repérage spatial des sons.
l'Onde Electrique, mars I962 pp I83 - I86)

I8 L. Conturie - Acoustique Appliquée -
L'Acoustique dans les bâtiments
(Eyrolles Paris I955)
a (I p I7) b (II p 256) c (II, p 72) d (II, p 73)

I9 R. Condamines - Les propriétés subjectives du niveau d'intensité sonore dans la prise de son.
l'Onde Electrique - sept. I968 pp 797 - 803)

20 R. Condamines - Comparaison du repérage directionnel dans l'écoute monaurale et binaurale.
(Revue de l'U.E.R. Cahier A - Technique avril I966 pp 64 - 66)

2I E. Leipp - La musique considérée comme bruit dans les locaux d'habitation.
(Cahiers du C.S.T.B. n° 66 pp I6 - I9)

22 J.J. Matras - Acoustique et Electroacoustique.
(Cours de l'E.N.S.T. Eyrolles, Paris I965
a (p II5) b (p I70) c (p I77) d (p 258)

23 H. Fletcher - The pitch, loudness and quality of musical tones
(Am. Journal of Physics - juill. - août I946 pp 2I5 - 225)

24 K.W. Berger - Some factors of the recognition of timbre
(Journal of the Acoustical Society of America vol. 36, n°I0 - I964 pp I888 - I89I)

25 J.P. Schouten - The perception of timbre.
(VI^{e} Congrès International d'Acoustique Tokyo I968 - Communication N° GP - 6 - I2)

26 M.J. Clark, P. Milner - Dependance of timbre on the total loudness produced by musical instruments.
(Journal of the Audio Engineering Society Janv. I964 pp 28 - 3I)

27 J.C. Risset - Spectres de sons de trompette.
(Compte rendu de l'Académie des Sciences
9 Mai I966 pp I245 - I248)

28 L. Beranek - Musics, Acoustics and Architecture.
(John Wiley & Sons N.Y. I962)

29 Kaarle Nordenstreng - A comparison between the semantic differential and the similarity analysis in the measurement of musical experience.
(Scand. Jl Psychol. Vol 9 - I968,
pp 89 - 96)

30 C.D. Linderidge - The appreciation of tone quality
(J.A.E.S. juillet I955 pp I47 - I50)

3I E.L. Saldanha, J.F. Corso - Timbre cues and the identification of musical instruments.
(J.A.S.A. n° 64, n° II, pp 202I - 2026)

32 Caractéristiques physiques et psychophysiologiques des sons.
(Norme Française S 30 - 004, juin I966)

33 Calcul du niveau d'isosonie.
(Norme Française S 30 - 005, spet.I966)

34 R. Lehmann - Eléments de physio et de psychoacoustique.
(Dunod I969)
a (p 37) b (p I05) c (p 63)

35 E. Zwicker - Lautstärkeberechnungsverfahren in Vergleich
(Acustica, Vol I7, N°5, I966, pp 278 - 284)

36 Ya. Guejesik - Comparaison des méthodes d'évaluation de l'intensité subjective d'après les résultats publiés entre I930 et I957.
(Acoustitcheskii Jl Tome VI I960 - 4 pp 4I9 - 440)

37 Sonomètres de précision.
(Norme Française S 3I-009, sept. I968)

38 S.S. Stevens - Psychophysics and the measurement of loudness
(VI^{e} Congrès d'Acoustique - Tokyo I968 -

39 J.P. Guilford - Psychometric methods
(Mc. Graw Hill - N. Y. 2^{e} édition I954)
a (p 38) b (p I50) c (p I40) d (p 2I3)
e (p 522) f (pp 28-35) g (p 320) h (pp I2-I6)
i (pp I35-I40) j (p 303) k (p 65) l (p452)
m (p 3I2) n (p 267) o (p 293) p (p 3I3)
q (p 278) r (p I75) s (p 250)

40 K. Ilmonen - Enquête sur les préférences des auditeurs quant au niveau sonore des programmes.
(Revue de l'U.E.R. - Cahier A - Technique juin I968
pp I06 - III)

41 K. Ilmonen - Loudness of sound broadcasting programmes from the viewpoint of listeners.
(Radio-télé O.I.R.T. - I - janvier 1969 pp 34 - 39)

42 J. van den Eijk - My neighbour's Television
(VIe Congrès d'Acoustique Tokyo 1968 - Communic E - 3 - 10)

43 D.E.L. Shorter, W.I. Mansion - The automatic control of sound - signal level in broadcasting studios.
(B B C Monograph N° 77 - mars 1969 pp 5 - 11)

44 H.A. Chinn - The measurement of audio volumes
(Audio Engineering vol 35 - n°10 - oct. 1951 pp 24 - 26 - 48 - 51)

45 J. Guillermin - Recherche sur la statistique du signal sonore et application au contrôle dynamique des niveaux
(Revue de l'U.E.R. - Cahier A - Technique déc. 1964, n° 88 pp 250 - 259)

46 Horst Jakubowski - Das Problem der Programmlautstärke
(Rundfunktechnische Mitteilungen 1968, n° 2 pp 53 - 58)

47 E. Leipp - La transparence musicale des appartements
(Conférences du Festival International du Son - Palais d'Orsay. Journées d'études 1967 pp 117 - 125)

48 J. van der Eijk et J. van Ierland - My neighbour's radio (II)
(5e Congrès International d'Acoustique - Liège septembre 1965)

49 Lignes isosoniques normales
(Norme Française S 30-003, septembre 1965)

50 Z.N. Rezvyakova - The dynamic range of sound broadcasting techniques.
(Radio - Télé O.I.R.T. N° 2, 1969 pp 32 - 35)

51 L'isolement acoustique entre les logements et les circulations intérieures communes d'un immeuble.
(Cahiers du C.S.T.B. n° 78, pp I - 6)

52 M. Josse - Recommandations et réglementations relatives à l'isolement entre locaux d'habitation.
(Symposium d'Acoustique Architecturale du G.A.L.F.1963 Rapport général - Cahiers C.S.T.B. 69 (589) pp 61 - 64)

53 J. Pujolle - Acoustique Architecturale
(Techniques de l'Ingénieur, vol.n°3, E 2626 pp I à 12)

54 M. Baron - Gêne dûe aux bruits et vibrations. Réglementation du bruit dans les habitations.
(Symp. Ac. Arch. G.A.L.F. 1963 - Cahiers C.S.T.B. 69 (589) pp 50 - 60)

55 J. Pujolle - Rapport sur les vibrations tolérables pour l'homme et les animaux.
(O.R.T.F. Rapport interne 2 / I85, I966)

56 K. Müller - Welche Konzertdynamik wünscht der Rundfunkhörer ?
(Rundf. Techn. Mitt. Band 14 (I970) H 6
pp 268 - 274)

57 G. Schutt et F. Hautsch - Indication de niveau dans la technique de contrôle des chaînes sonores d'émission
(Rundf Techn. Mitt. B I2 (I968), H 5 pp 243 - 244)

58 A. Tolk - Gedanken zur Frage der optimalen Aussteuerung und Dynamik von Rundfunksendungen.
(Radio Fernsehen elektronik n° 24 - I968
pp 74I - 742)

59 R.M. Dolby - Un dispositif d'affaiblissement de bruit acoustique.
(Conférences des journées d'étude - Festival International du Son I969 pp 75 - 89)

60 R. Condamines - Emission "Contact" : la compression de la dynamique
(La revue du Son - Editorial N° I76 - Déc. I967
pp 48I - 483)

6I R. Condamines, M. Billardon - L'équilibre esthétique des modulations (Rapport interne ORTF - Service des études I964)

62 R. Condamines, M. Billardon - Emission expérimentale concernant les enchaînements musique-parole.
(Rapport interne ORTF - Service des Etudes I967)

63 Kari Ilmonen - Comment on écoute la parole et la musique.
(Radio-Télé OIRT Tchécosl. I965 - n° I pp 38 - 43)

64 E. Belger - The loudness balance of audio broadcast programmes
(Jl of the Audio Eng. Soc. n° 3 - I969 -
pp 282 - 285)

65 Siegfried Mittlacher - Ueber die Aussteuerung von Sprach und Musikübertragungen.
(Rundf. Techn. Mitt. Fév. I964 p I7 - 20)

66 K. Ilmonen - Die Optimale Aussteuerung von Musik und Sprachprogrammen aufgrund in Hörteste.
(Vortrag auf der Tonmeister - Tagung in Köln Okt.I966)

67 E. Leipp - Information sémantique et parole.
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale. Faculté des Sciences de Paris n° 22, juin I966)

68 E. Roubine - Introduction à la théorie de la communication.
(Masson Paris I970)
a (I, p I4I) b (I, p 88)

69 L.L. Thurstone - Psychological analysis
(Am. Jl of Psychology I927, 38 pp 368 - 389)

70 Joachim Grunert - Das Aufgabengebiet des Tonmeisters
(Tonmeister Tagung Deltmold I949 pp 9 - IO)

7I R. Lehmann - Quelques considérations simples sur l'acoustique des salles (Isol. et Revêt. févr. I967 n° 57 pp I5 - I8)

72 M. Rettinger - Acoustic considerations in the design of recording studios.
(J.A.E.S. juillet I96I pp I78 - I83 & 246)

73 G. Steinke - Erste Fachtagung für Tonmeister und Toningenieure des Rundfunks und Fernsehen in der D D R
(Technische Mitteilungen des B R F 2/I960 pp 6I - 66)

74 A.C. Raes - Le problème de l'audition en appartement
(Les Cahiers de la Revue du Son - I964 pp 24 - 34)

75 F. Delcambre - Le point de vue de l'ingénieur sur les critères de bruyance et le choix des niveaux sonores admissibles.
(Revue d'Acoustique - n° 2 - I968 pp 77 - 8I)

76 Travaux du groupe d'étude des besoins de l'homme dans l'habitation
(Cahiers du C.S.T.B. n° 72 pp I - 7)

77 L.Ljungsberg - Standardized sound reproduction in cinemas and control rooms.
(Journal of the S.M.P.T.E. vol. 78, déc. I969 pp I046 - I053)

78 F. Canac - Intensité et compréhensibilité de la voix dans les théâtres antiques.
(4e Conférence d'Acoustique, Budapest I967)

79 J. Bernhart - Un cas particulier de sonorisation : le grand planétarium du Palais de la Découverte.
(Revue du Son décembre I953 pp 336 - 337)

80 R.W. Muncey et A.F.B. Nickson - The listener and room acoustics
(Journal of Sound & Vibration I964, I, 2, pp I4I - I47)

8I F. Winckel - Raumakustische Kriterien hervorragender alter und neuer Konzertsäle
(Frequenz Dtsch. Fév. I958 n° 2 pp 50 - 59)

82 V.A. Monaco et E. Pace - Contributo a recenti indagini sulla sensibilita uditiva alle distorsioni di fase
(Alta frequenza déc. I966 pp 984 - 987)

83 H. Topel - Musikalische Gestaltung und Akustik
(Fernmelde Prax. I955 pp 79I - 796)

84 R. Armagnac - Sonorisation des halls et des églises et locaux solennels.
(Conférences du Festival International du Son Editions CHIRON - Paris - mars I972 pp I09 - II5)

85 V. Minarik - Problèmes technico esthétiques de la transmission des sons acoustiques naturels.
(Radio-télé O I R T n° I, I970, pp 23 - 32)

86 R.S. Shankland - Quality of reverberation.
(J.A.S.A. mars I968 pp 426 - 430)

87 P.M. Morse - Vibration and sound
(Mac Graw Hill N. Y. I948)
a (p 396) b (p 32)

88 L. Beranek - Acoustic measurements
John Wiley & Sons - N. Y. I959 (p 806)

89 P. Loyez - Correction acoustique des salles.
(La Revue du Son - mars I970, pp II5 à I2I)

90 C.L.S. Gilford, D.K. Jones - The subjective significance of secundary reverberation.
(Reports of the B.B.C. Research Department I967/68)

9I J. Pujolle - Absorption des matériaux acoustiques.
(Rapport interne O.R.T.F. I96I)

92 Fréquences normales -
(Norme Française S 30 - 002 mars I960)

93 Tolérances applicables aux éléments d'une chaîne stéréophonique.
(U.E.R. Groupe S "Stéréophonie" - Doc^{t} de Synthèse Com. T (S) I05 F I969)

94 P. Riéty - Acoustique téléphonique - Mesures acoustiques et téléphonométrie
(Cours de l'E.N.S.T. Paris I966)

95 Performances des enregistreurs magnétiques
(spécification O.R.T.F. Service des Etudes 463 C)

96 R. Buffard - Enregistrement magnétique.
(Cours de l'E.N.S.T. Paris I965)
a (p I25) b (p 98) c (p I09)

97 R. Lehmann - Les transducteurs électro et mécano-acoustiques
(Chiron Paris I963)
a (p III) b (p 269)

98 Caractéristiques des haut-parleurs à 3 canaux.
(spécification O.R.T.F. S E 5H 36 A)

99 Draft proposal for standardizing acoustic response of a monitoring chain in Motion Picture Control Rooms.
(ISO / TC 36 / WG 3 / 29 juillet I969)
(Journal of the S.M.P.T.E. vol 78, déc I969 p I045)

I00 J. Guillermin - Etude statistique du signal sonore en radio-diffusion et en télévision.
(III^{e} Conférence d'Acoustique - Budapest I962)

I0I R. Reichl - Ein Neuer Aussteuerungsmesser
(Techn. Mitt. des B R F I/I96I pp 2I - 23)

I02 H. Müller - Ein Neuer Aussteuerungsmesser
(Telefunken Zeitung - mars I95I pp 55 - 69)

I03 Spécification unifiée C.C.T.U. 00 - 0I juillet I957 concernant le v.u.mètre.

I04 E.A. Pavel, A. Gastell, M. Bidlingmaier - Ueber vergleichende Messungen mit dem Volumenmesser und dem Spitzenwertmesser bei der Kontrolle von Rundfunkübertragungen.
(Fernnelde techn. Zeitschrift. vol.8 n°4, I955 pp 205 - 2I2)

I05 H.A. Chinn, D.K. Gannet et R.M. Morris - A new standard volume indicator and reference level.
(Bell System Technical Journal, vol XIX, janv. I940 pp 94 - I37)

I06 E.R. Wigan - Avantages respectifs du modulomètre et du v.u.mètre pour le réglage des signaux en radiodiffusion.
(Revue de l' U E R - Cahier A Technique n°79 juin I963 pp I07 - II0)

I07 G.J. Thomas - Equal volume judgment of tones.
(Am. Jl of Psychology, 62, I949 pp I82 - 20I)

I08 E.R. Wigan - A description of an optical instrument for monitoring sound signals
(B B C Monographs N° I6, mars I958 pp I5 - 26)

I09 Frequency analysis and Power Spectral Density Measurements
(Notice spéciale Bruel & Kjaer mai I966
a (p I3) b (p 24)

II0 Mesures de transmission de bruits aériens et de bruits de chocs
(Norme Française 3I - 002 novembre I956)

III D.E. Broadbent - Perception and communication
(Pergamon Press - London I958)
a (p I26) b (p I38) c (p I20) d (p 278)
e (p 60)

II2 A. Moles, B. Vallancien - Communications et langages
(Collection "Information et Cybernétique" Gauthier - Villars Paris I963)
a (p I63) b (p 82) c (p 250)

II3 J. Delay et P. Pichot - Manuel de Psychologie
(Masson Paris I967)
a (p 275) b (p I89) c (p 330)

II4 Hebb - Organization of behaviour
(John Wiley & Sons N.Y. I959)
a (p 9) b (p I30) c (p 24) d (p 36)

I5 M. et C. Portmann - Audiométrie clinique
(Masson Paris I959)
a (p 24) b (p 32)

II6 Audiomètres -
(Norme Française S 3I - 00I, novembre I956)

II7 A. Tomatis - Relations entre l'audition et la phonation
(Annales des Télécommunications juill-août I956
pp I5I - I58)

II8 A. Tomatis - L'Oreille et le Langage
(Editions du Seuil Paris I963, p I0I)

II9 Helga Topel - "Life" oder "Konserve"?
(Fernmelde Praxis mai I956 pp 348 - 355)

I20 Tagung der Hörgruppen experten der O.I.R.T in Berlin
von 8 bis I2 Juin I965
(Techn. Mitt. R F Z 9 - 4 - I965 pp I83 - I87)

I2I E. Briner - Aimo - Distance microphonique et plan sonore
(Annales Téléc. I959 - N°I03 - pp 2I8 - 2I9)

I22 O. Kitamura, S. Namba, R. Matsumoto - Factor analytical research
of tone colour
(VIe Congr. Int. d'Ac. Tokyo I968 - Communic.A 5-II)

I23 J.C. Risset - Sur certains aspects fonctionnels de l'audition
(Annales des Téléc. mars-avril I968 pp 9I - I20)

I24 J. Dreyfus - Graf - Phonétographe : présent et futur.
(Bull. Technique PTT Suisses, mai I96I n° 5
pp I60 - I72)

I25 C.J. Lebel - Psychoacoustical aspects of listener preference
tests
(Audio Engg. août I947 pp 9 - I2 et 44 - 48)

I26 R.E. Kvik - Learning, a major factor influencing preferences
for high fidelity reproducing system
(Inst. Rad. Eng. Trans. A U, U S A, sept-oct I956
n° 4, pp I33 - I36)

I27 H.A. Chinn - Broadcaststudio audiofrequency system design
(P.I.R.E. vol. I7 fév. I939 pp 83 - 87)

I28 E.J. Volker - Bauakustische Massnahmen bei den Neuen Sprecher
ü Tonträgerraümen des Hessischen Rundfunks
(Rundfunk ü Technische M.H. 6/I966 pp 320 - 326)

I29 M. Philippot - Aspects Psychosociologiques de la haute fidélité
(Conférences des Journées d'Etude du Festival Int.
du Son I965 pp 3 - I3)

I30 Grichine - Spectroscopie dynamique dans les problèmes d'analyse visuelle et d'identification de signaux acoustiques complexes par un opérateur
(Avtomat. i telemekhanika C C C P I967 N° 2
cmp I44 - I49)

I3I E. Leipp - Le problème du bruit.
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale
Faculté des Sciences Paris, Mai I966 N°20)

I32 E. Leipp et A. Moles - L'emploi du sonagraphe dans la détermination de la qualité des instruments à cordes.
(Ann. Téléc. I959, N° 98 pp I35 - I42)

I33 E. Leipp - Mécanique et acoustique de l'appareil phonatoire
(Bull. G.A.M. Fac. Sc. Paris déc. I967)

I34 Laboratoire de mécanique physique (M. le Professeur Siestrunck)
Colloque sur la synthèse de la parole.
(Faculté des Sciences de Paris, février I97I)

I35 A. Moles, V. Ussachevsky - L'emploi du spectrographe acoustique et le problème de la partition en musique expérimentale.
(Ann. Téléc. sept I957 n°9 pp 299 - 304)

I36 J. Mothes - Prévisions et décisions statistiques dans l'entreprise (Dunod Paris I962)
a (p I3) b (p 2?4) c (p I46) d (p 2I7)
e (p I48) f (p 2I2) g (p 286) h (pp 357-363)
i (p 3I0) j (p 363) k (p I7I)

I37 Hay, Kemp, Schapland - On the optimum writing speed of a level recorder
(Journal of Sound and Vibration, Vol I3, N°3,
nov. I970 pp 3?5 - 366)

I38 Conférence fédérale d'acoustique (U.R.S.S.)
(Acoustischesky Journal Tome VIII, I962, I
pp I4I - I45)

I39 J. Bernhart - Valeur expressive de la répartition spatiale du son
(Revue du Son septembre I96I, pp 262 - 2?6)

I40 H.W. Steinhausen - Vier - Kanäle Stéréophonie
(Séminaire stéréophonique de Vienne, Juin I970)

I4I P.H. Werner - Considérations sur la prise des sons, leur enregistrement et leur restitution.
(Bull. Assoc. Suisse des Electriciens I968, 59,
n°I0 pp 45I - 455)

I42 L. Keibs - Zur Frage der kompatiblen - stereo - ambiofonen Schallübertragung auf zwei Kanälen
(Techn. Mitt. B.R.F. sept I96I pp I04 - II2)

I43 M. Philippot - Stéréophonie et perception musicale
(l'Onde Electrique mars I962 pp I72 - I75)

I44 R. Condamines - Aspects techniques et esthétiques de la stéréophonie.
(Première réunion de Travail des Radiodiffusions
Revue de l'U.E.R. N° II5 - juin I969)

I45 A. Gribenski - Acoustique Physiologique.
(cours de l'E.N.S.T. Paris I963)
a (p I8) b (p 25) c (p I5)

I46 R. Condamines - De la stéréophonie pure à la monophonie
(l'Onde Electrique, mars I962 pp I4 - 2I)

I47 Compte-Rendu du Premier Colloque International sur le Bruit
(Institut National de Sécurité - avril I959- Paris
p 84)

I48 L.L. Kopra et D. Blosser - Effects of method of measurement on most confortable loudness level for speech
(Journal of Speech and Hearing Research
I968, N°3 pp 497 - 508)

I49 J.M. Faverge - Méthodes statistiques en psychologie appliquée
(Presses Universitaires de France, Paris I967)
a (p 93) b (p 253) c (p 36I) d (p I05)
e (p 3I5) f (p 88) g (p 288) h (p 45I)
i (p 425) j (p 3I2) k (p 439)

I50 C.M. Harris - Absorption of sound in air in the audio frequency range
(J.A.S.A. Janv.I963 pp II - I7)

I5I J. Dewèvre - La chaîne d'Ecoute Radiophonique
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale
Faculté des Sciences Paris Déc. I970 n° 52)

I52 G. Modena - Evaluation de la qualité d'une transmission téléphonique par la méthode des opinions et des isopréférences.
(Acustica I970, N°4 pp 229 - 232)

I53 W. Schirmer - Die Richtcharakteristik des Ohres
(Hochfrequenztechnik und Elektroakustik
avril I963 pp 39 - 48)

I54 E. Thienhaus - Versuch einer physikalischen Interpretation der Künstlerischen Qualität musikelischer Klänge)
(Tonmeisteu Tagg. Deltmold I957 pp I7 - I8)

I55 Jurgen Meyer - La disposition des musiciens dans l'orchestre en fonction de la directivité des instruments
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale
Faculté des Sciences Paris N°48, mai I970)

I56 A. Rakowski - The intelligibility of transmitted speech in dependance on the position of the microphone
(4e Conférence d'Acoustique - Budapest I967)

I57 Permissible bass rise in talks studios
(B B C report N° I970 / I0).

I58 R. Dutheil et C. Parant - Influence du bruit sur la transmission de la parole à travers les casques de protection
(Rev. d'Ac. N° 6 - I969 pp I03 - II0)

I59 B.B. Bauer - Amélioration de l'écoute au casque.
(Jl of the Audio Engg. Society Vol. I3/ N°4, oct. I965 pp 300 - 302).

I60 E. de Lamare - Interprétation de la courbe de réponse d'un haut-parleur.
(Conférences des Journées d'Etude du Festival International du Son I967 pp 97 - II0).

I6I D.W. Bell et H.W. Stern - Effects of extraneous tasks on auditory fatigue.
(Journal of the Ac. Soc. of America juin I964 pp II62 - II66).

I62 E. Leipp - La perception des signaux acoustiques par effet de contraste.
(Annales des Télécommunications, mai-juin I965 pp I03 - II8)

I63 A. Moles - Aspect temporel de l'intégration du message linguistique et modèles de l'audition.
(Communications et langages I963 pp 8I - 89)

I64 M. Clark, DoLuce, R. Abrams, H. Schlossberg, J. Rome - Preliminary experiments on the aural significance of parts of tones of orchestral instruments and on choral tones.
(J.A.S.A. janvier I963 pp 45 - 54).

I65 R.S. Levy - Stage sound
(Audio, mars I96I n° 3 pp 26, 28, 59, 60).

I66 W.B. Snow - Basic principles of stereophonic sound
(Journal of the S.M.P.T.E. nov.I953, pp 567 - 589)

I67 G.E. Horn, P.G. Taridy, P. Wilson - Sound reinforcement for banquet halls, ballrooms and conference rooms
(J.A.E.S. avril I969 pp I56 - I64).

I68 D. Kleis - Technique acoustique moderne
(Revue Technique Philips sept. I959 pp 329 - 348)

I69 A. Blanc - Lapierre, R. Fortet - Théorie des fonctions aléatoires
(Masson Paris I953 p II2)

I70 G. von Békésy - Experiments in Hearing
(Mac Graw Hill N-Y. I960)
a (p 4) b (p 628)

I7I G. van Esbroeck et F. Monfort Jr. - Qu'est-ce que jouer juste?
(Editions Lumière, Bruxelles I946, p 79)

I72 E. Leipp - Les variables de l'audition musicale
(Conférences des Journées d'Etude - Festival International du Son Paris I966 pp 30 - 39)

I73 R. Condamines - L'écoute en stéréophonie
(La Revue du Son - janvier, mars I968 pp I à 4).

I74 L. Châtenay - Systèmes de prise de son et d'écoute en stéréophonie.
(l'Onde Electrique, mars I962 pp I9I - I98).

I75 J.P. Moncur et D.Dorks - Binaural and monaural speech intelligibility in reverberation.
(Jl of Speech and Hearing research. I967 N° 2, pp I86 à I94)

I76 R.M. Warren - Are loudness judgments based on distance estimates?
(J.A.S.A. avril I963 pp 6I3 - 6I4)

I77 S. Steinbach - Aussteuerungsfragen der Sprache und der Musik in der Rundfunkübertragungtechnik
(4e Conférence d'Acoustique - Budapest I967)

I78 R. Chocholle - Les sons complexes.
(Journées d'Etude du Festival International du Son. Paris I970 pp 5 - I6)

I79 W. Schmidt - Zusammenhang zwischen Hallabstand und Nachhallzeit für den Raumeindruck.
(Hoch Frequenz Technik und Elektro Akustik N° I fév. I968 pp 37 - 42)

I80 D.M.J.P. Manley - The subjective judgment of liveness and quality of recorded music.
(5e Congrès Int. d'Acoustique Liège I965)

I8I B. Bladier - Sur les phénomènes transitoires étudiés dans les points sourds d'une salle.
(Le Journal de Physique - Supplément n° II, nov. I964 pp I53 A - I58 A)

I82 Erich Thienhaus - Zur Frage der Raumwirkung.
(Tonmeister Tagung Deltmold I957 pp I7 - I8)

I83 G. Steinke - Relationen Zwischen subjektiven und objektiven Parametern von studio abhöreinrichtungen
(4e Conférence d'Acoustique, Budapest I967)

I84 J. Moir - Listening in the next room : why there is an apparent improvement in sound quality
(Wireless World sept. I96I n°9 pp 442 - 445)

I85 B.Bladier et F. Santon - Sur la déformation de la parole dans des conditions de réverbération.
(C.R. Académie des Sciences Paris t 266 p 367 - 369 I2 Févr. I968)

I86 A. Darré - Die Ausgleichsvorgänge in der Akustik
(Tonmeister Tagung Deltmold I957 pp 4I - 53)

I87 G. Calot - Cours de Calcul des Probabilités.
(Dunod - Paris I967)
a (p 256) b (p 4I5)

I88 E. Hanns, G. Steinke - Das schallbündelungmass von Studioabhöreinrichtungen und Versuche, seine Eignung für eine Relation zum subjektiven Bewertungsparameter "Präsenz" zu ermitteln.
(Techn. Mitt. R F Z 2/ I968 pp 59 - 66)

I89 H.W. Kämmer - Zur Beurteilung der Lautsprecher Qualität
(Funktechnik n° 7, 8 avril I967
pp 2I3 - 2I6, 249 - 255)

I90 G. Steinke, M. Wasner, J. Seyfried - Appareillage pour la détermination automatique de la qualité de programmes radiophoniques lors d'une appréciation subjective.
(Radio Télé O.I.R.T. Tchécosl. déc. I960, n°6
pp 284 - 290)

I9I E. Leipp et A. Moles - Some current problems of experimental violin - making.
(Gravesaner Blätter I960 - I9/20, pp 97 - I05)

I92 T. Yoshida - Psychometric approach to the room acoustics.
(Vᵉ Congrès Int. d'Acoustique Liège I965)

I93 P. Damaske - Subjektive untersuchung von Schall Feldern
(Acustica I967/ I968 n°4 pp I99 - 2I3)

I94 E. Briner - Aimo - Richtlinien zur Mikrophondistanz bei Tonaufnahme.
(Bull. Techn. P T T Suisses janv. I96I
pp 5 - 20)

I95 V. Salmon - Imagery for describing reproduced sound
(Audio Engineering U S A sept. I950, n° 9
pp I4 & 29 - 35)

I96 Yutaka Enamoto et Tomio Yoshida - Descriptive adjectives on the listening of reproduced sounds.
(VIᵉ Congrès d'Acoustique - Tokyo I968 -
Communic. A 5 - I0)

I97 J. Marker - Untersuchungen ueber den zusammenhang zwischen uebertragungsfunktion und subjèktiver Bildgute.
(Techn. Mitteil. R F Z, I0 Janv. Vol. 4/ I966,
pp I83 - I87)

I98 G.A. Miller - The magic number 7 ± 2 : some limits in one capacity for processing information.
(Psychological Review U S A mars I956
pp 8I - 97)

I99 L.N. Solomon - Search for physical correlation to psychological dimensions of sound.
(J.A.S.A. avril I959 n°4 pp 492 - 497)

200 J. Mantel - Remarks on the Weber-Fechner law.
(Médecine Cybernétique I966 pp 479 - 48I)

20I H. Niese - Die zusammenwirken der Einflüsse von Gerauschband-breite und Geraüschzeitfunktion auf die Lautstärke
(Hochfreq. Techn. und Elektroak. Juill. I96I
pp 76 - 9I)

202 R.M. Warren, E.A. Sersen, E.B. Pores -
A basis for loudness judgments.
(Amer. Journal of Psychol. 7I, I958
pp 700 - 7I0)

203 E. Leipp - Mesures physiques et perception des sons
Journées d'Etude du Fest. Int. Son I970 - Paris
pp 5 - I6)

204 W.H. Huggins, J.C. Licklider - Place mechanisms of auditory frequency analysis
(J.A.S.A. mai I95I, pp 290 - 299)

205 Cl.M de Barbenza, M.E. Bryan, W. Tempest - Individual loudness functions.
(Journal of Sound and Vibration I970 - N°4
pp 399 - 4I0)

206 L. Pimonov - Théorie et pratique de l'analyse des vibrations en régime transitoire.
(Annales Téléc. I958 - N°92 Cahiers d'Ac.
pp I00 - III)

207 J.A. Dreyfus - Graf - L'oreille comme boîte grise - Sonie et tonie.
(Conférence prononcée au Groupement des Acousti-ciens de Langue Française le 3 avril I970)

208 G. Ungeheuer - Similarity classes of sound signals
(Gravesaner Blatter I960 I9/20 pp I58 - I62)

209 Kaarle Nordenstreng - The perception of complex sounds : semantic differential attributes of speech and music.
(Rapport interne Radiodiffusion Finlandaise).

2I0 H. Mertens - Théorie énergétique de l'ouïe directionnelle et applications à la stéréophonie.
(Revue de l'Union Européenne de Radiodiff.
févr.I960, n° 59 pp 22 - 33)

2II J. Pujolle - Guide d'Acoustique Architecturale.
(Editions Eyrolles - Paris I97I p.24)

2I2 B.B. Bauer, E.L. Torick, A.J. Rosenheck - A loudness level monitor for broadcasting.
(I.E.E.E. Trans. A.U., U.S.A, déc. I967,
n°4 pp I77 - I82)

213 G. Darmois - Comparaison des moyennes de 2 populations normales d'écarts-types inconnus et différents.
(Revue de Statistique Appliquée - Institut de Statistique - Paris Volume 2, n°3, 1954)

214 L. Pollack - On the measurement of the loudness of white noise
5J.A.S.A. Nov. 1951, n°6, pp 654 - 657)

215 L. Pollack - Identification of sound level and "matching from sample".
(Journal of the Acoust. Soc. of America
mai 1956 pp 412 - 415)

216 H. Eggeling - Die Bedeutung des Zeitmasses bei der Beurteilung von Aufnahmen.
(Tonmeister Tagung Deltmold 1951, p II)

217 M. Imberty - Esthétique expérimentale. La méthode de comparaison par paires appliquée à l'étude de l'organisation perceptive de la phrase musicale chez l'enfant.
(Revue de statistique Appliquée
Vol. XVI, n°2 - 1968 pp 25 - 63)

218 B.B. Bauer, E.L. Torick - Researches in loudness measurement
(I E E E Trans A U - septembre 1966 - N°3
pp 141 - 151)

219 T.S. Korn - Theory of audio information
(Acustica 1970, N°6 pp 336 - 344)

220 M. Rosenstein - A theory of audition
(I E E E Intern. Cons. Rec part 2 U S A 1966
pp 157 - 165)

221 T.S. Korn - A Physical theory of the transmission of information
(Acustica 1969 - 1970 N° 5 pp 267 - 274)

222 F. Barbaud - Les informaticiens de la musique
(Zéro-Un Informatique, oct. 1966 - n° 15
pp 15 - 17)

223 R.J. Ritsma et B. Lopes Cardozo -
La perception de la hauteur tonale.
(Revue Technique Philips - Tome 24, pp 321 - 333)

224 H. Niese - Die Tragheit der Lautstarkebildung in Abhangig eit von Schallpegel.
(HochFrequenz Technik und Elektroakustik 68, 1959
fascic. 5 pp 143 à 152)

225 H.L. Halstrøm - An analogy between hearing and seeing
(Teletechnik - 1961 - n°2 pp 63 - 64)

226 M. Stübbe - Die Aussteuerung des Tones bei der Aufzeichnung von Fernsehprogrammen.
(Rundfinktechnische Mitterlungen Band 12 (1968)
N° 5 pp 219 - 225)

227 A. Moles - Etude et représentation de la note complexe en acoustique musicale.
(Ann. Téléc. nov. 1952 pp 430 - 438)

228 R.A. Campbell, S.A. Counter -
Temporal integration and periodicity pitch
(Journal of the Acoust. Soc. of America
n°3, 1969 pp 691 à 693)

229 D.C. Connon et R.S. Putnam -
Automatic audio level control
(Journal of the Audio Engineering Society
juillet 1968 pp 314 - 320)

230 P.T. Brady - A statistical basis for objective measurement of speech levels.
(Bell. Syst. Techn. Journal sept. 1965
pp 1453 - 1486)

231 Halina M. Ryffert - Recherches sur la propriété de quasi-stationnarité par rapport à l'oreille humaine.
(VIe Congrès d'Acoustique - Tokyo 1968)

232 P.C. Boomlister, W. Creel -
Hearing with ears instead of instruments
(Journal of Audio-Engineering Society, août 1970
pp 407 - 412)

233 D.W. Robinson - The subjective loudness scale
(Acustica Suisse 1957 n°4
pp 217 - 233)

234 R.P. Hellmann, J.J. Zwislocki -
Loudness determination at low sound frequencies
(Journal of the Ac. Soc. of America,
janv. 1968 n°1 pp 60 - 64)

235 Miguelina, Guirao, S.S.Stevens -
Measurement of auditory density
(Journ. of the Ac. Soc. of America, juin 1964
pp 1176 - 1182)

236 H.L. Lane, A.C. Catania, S.S. Stevens - Voice level :
Autophonic scale, perceived loudness and effects of side-tones.
(Journ. of the Ac. Soc. of America, févr.1961 n°2
pp 160 - 167)

237 C. Van Loo - Etude sur la normalisation du "la".
(Revue de l'U E R - Cahier A - déc. 1962,
pp 254 - 265)

238 G.R. Miller, W.R. Tiffany - The effects og group pressure on judgments of speech sounds.
(Journal of Speech and Hearing Research 1963,
n°2 pp 149 - 156)

239 E.C. Cherry, W.K. Taylor - Some further experiments upon the recognition of speech, with one and with two ears.
(Journal of the Ac. Soc. of America juillet I954
pp 554 - 559)

240 K. Schjonneberg et F. Olson - Listening test methods and evaluation
(Journal of the Audio Engineering Soc. Janv. I96I
pp 29 - 36)

24I E.G. Boring - The relation of the attribute of sensations to the dimensions of stimulus.
(Phil. Sci. I935, 2, pp 236 - 245)

242 M.B. Priestley - Some notes on the physical interpretation of spectra of non stationary stochastic process.
(Journal of Sound and Vibration - Juillet I97I)
(pp 5I - 54)

243 M. B. Priestley - Time dependant spectral analysis and its application in prediction and control
(Journal of Sound and Vibration - août I97I
pp 5I7 - 534)

244 M.D. Freedman - A method for analysing musical tones
(Journal of the Audio Engg. Society octobre I968
pp 4I9 - 425)

245 A. Gribenski - Les théories de l'audition.
(La Nature - avril à juillet I954
pp I46 .....268)

246 L. Pimonov - Vibrations en régime transitoire.
(Editions de la Revue d'Optique - Paris I962)
a (p I86) b (pp 268 - 270)

247 R. Feldtkeller E. Zwicker - Das ohr als Nachrichtenempfänger
Hirzel Verlag Stuttgart I967
a (p 72) b (p 94)

248 E. Zwicker - Die Verdeckung von Schmalbandgeräuschen durch Sinustone.
(Acustica, Akust. Beihefte I954, n°I
pp 4I5 - 420)

249 E. de Boer et C.E. Bos -
On the concept of the critical band.
(IVe Congrès Int. d'Acoustique Copenhague I962)

250 R.A. Sutton et R.P. Williams -
Residue pitches from 2 tones complexs.
(Journal of Sound and Vibration - février I970
pp I95 - I99)

25I N.F. Meyer - Tartini versus Helmholtz judged by modern sensory observation.
(Journal of the Acoust. Soc. of America sept I954
pp 76I - 764)

252 E. Zwicker - Ueber ein einfaches Funktionschema des Gehörs.
(Acustica - vol I2 - janvier I962
pp 22 - 28)

253 L. Challier - Le sonagraphe phonétique ou "phonétographe" de M.J. Dreyfus -Graf.
(Ier Congrès Intern. de Cybernétique - Namur I956
pp 200 - 223)

254 L.L. Miasnikov et E.N. Miasnikova - Ultrasonic speech components
(Acustica, vol 2I, février I969
pp II8 - I20)

255 E.G. Richardson - The science of orchestra instruments.
(Discovery G.B. I953, n°I4,
pp 87 - 9I)

256 L. Pimonov - Parole synthétique et son application dans la correction auditive.
(Annales des Télécomm. juillet-août I965
pp I5I - I7I)

257 Ch.D. Linderidge - The appreciation of tone quality.
(Journal of the Audio Engg. Soc. juillet I955
pp I47 - I50)

258 A. Cohen - La recherche phonétique.
(Revue Technique Philips, Tome 24,
pp 328 - 333)

259 D. Maiwald - Ein Funktionshema des Gehörs zur Beschreibung der Erkennbarkeit kleiner Frequenz und Amplitudenanderungen.
(Acustica vol I8 - sept. I967 pp 82 - 92)

260 E. Belger et H. Jakubowski -
Ein Programmgesteuerter Musik - Sprache - Schalter.
(Rundfunktechnische Mitteil. N°6, déc. I968
pp 288 - 29I)

26I P. Damaske, Mellert -
Ein Verfahren zur richtungstreuen Schallabbildung des Oberen Halbraumes über zwei Lautsprecher.
(Acustica I969/I970, N°3, pp I53 - I62)

262 R.I. Chernyak et N.A. Dubrowsky -
Pattern of the noise images and the binaural summation of loudness for the different interaural correlation of noise.
(VIe Congrès d'Acoustique - Tokyo I968)

263 E. Leipp - Die physikalische Struktur von Musik und Sprache (und ihre Bedeutung in der Tonaufnahme)
8° Tonmeistertagung Hamburg I969)

264 E. Leipp - Le problème de l'équilibre de l'intensité sonore entre parole et musique.
(Conférences des Journées d'Etude - Festival International du Son - Paris - mars I97I
pp 32 - 44)

265 J. Pujolle - L'apport de l'Informatique à l'Acoustique.
(Journées d'Etude du Festival International du Son Paris - mars 1971 pp 5 - 20)

266 F. Hautsch - Pegelangaben in der Tonleistungtechnik
(Rundfunktechn. Mitteilungen - 1968 - N°5 pp 243 - 244)

267 H. Briner - Grundsätzliche Fragen der automatischen Dynamikregelung.
(Tonmeister Tagung Deltmold 1954, pp 47 - 49)

268 D.E.L. Shorter, W.I. Manson - Investigation of extreme values of sound pressure.
(B B C Monograph N° 16, mars 1958 pp 5 - 14)

269 T.S. Korn - La dynamique de la parole dans les communications
(Revue d'Acoustique - Paris 1969 - N° 3 - 4 pp 245 - 250)

270 Shiro Ohara - Amplitude distribution of orchestral music
(VI^{e} Congrès d'Acoustique - Tokyo 1968)

271 R. Chocholle et Ch. Saulnier - Les seuils différentiels de fréquence en présence d'un son sur l'oreille contralatérale.
(Acustica 1964 n°1 pp 35 - 43)

272 R. Chocholle - Le bruit.
(Presses Universitaires de France Paris 1960 p.79)

273 D. Dugué et M. Girault -
Analyse de variance et plans d'expérience.
(Dunod, Paris 1969)
a (pp 45 - 54) b (p 71) c (p 75)

274 R. Feldtkeller, E. Zwicker - Elementarstufen der Tonhöhen und Lautstärkeempfindung.
(Akustische Beihefte 3, 97, 1953 pp 97 - 100)

275 I.J. Hirsch - Auditory perception of temporal order
(Journal of the Acoust. Soc. of America juin 1959 pp 759 - 767)

276 R. Plomp - Rate of decay of auditory sensation
(Journal of the Acoust. Soc. of America février 1964 pp 277 - 282)

277 J. Semotan et M. Semotanova - Startle and other human responses to noise.
(Journal of Sound and Vibration 1969 - 10 pp 480 - 489)

278 E. Zwicker - Subjektive und objektive Dauer von Schallimpulsen und Schallpausen.
(Acustica n°4, 1969 - 1970, pp 214 - 218)

279 E. Zwicker - Ueber die Dynamik der Lautheit
(Ve Congrès International d'Acoustique - Liège I965)

280 J.S. Liénard - La synthèse de la parole - Historique et réalisations actuelles.
(Revue d'Acoustique N°II - I970 - pp 204 - 2I3)

28I R.M. Warren et R.P. Warren - Auditory illusions and confusions.
(Scientific American décembre I970, 223 n°6 pp 30 - 36)

282 A. Moles - La structure physique du signal musical.
(Revue Sc. Fr. juillet-déc. I953 pp 277 - 303)

283 H. Topel - Probleme einer Analyse der Klangfarben - Modulation
(Fermelde Prax. avril I956 pp 268 - 270
mai I957 pp 348 - 35I)

284 H. Fletcher - Speech and hearing in communication.
(D. van Nostrand Cie New-York I953, p I57)

285 L.L. Richards - Design and analysis subjective acoustical experiments which involve a quantal response
(Acustica, I952, N°2 pp 83 - 9I)

286 S.S. Stevens - On the validity of the loudness scale.
(Journal of the Acoust. Soc. of America juillet I959 pp 995 - I003)

287 J.C. Stevens, M. Guirao - Individual loudness functions.
(Journal of the Acoustic. Society of Amer. novembre I964 pp 22I0 - 22I5)

288 R.M. Warren - A basis for judgment of sensory intensity.
(Am. Journ. of Psychology 7I, I958 pp 700 - 7I0)

289 W.A. Munson, F.W. wiener - In search of the missing 6 db
(Journal of the Acoustical Society of America sept. I952 pp 498 - 50)

290 J.P. Eagan, F.R. Clarke, E.C. Carterette - On the transmission and confirmation of messages in noise.
(J. of the Ac. Soc. of Am., juill. I95c pp 536 - 550)

29I W.P. Tanner - Theory of recognition.
(J. of the Ac. Soc. of Am. sept. I956 pp 882 - 888)

292 W.P. Tanner, T.G. Birdsall - Définitions of D' and η as psychophysical measures
(J. of the Ac. Soc. of Am. oct. I958 pp 922 - 928)

293 W.P. Tanner - Theory of signal detectability as an interpretative tool for psychophysical data.
(J. of the Ac. Soc. Am. sept I960
pp II40 - II47)

294 R.D. Sorkin - Extension of the theory of signal detectability to matching procedures in psycho-acoustics.
(Journal of the Ac. Soc. of Amer. nov. I962
pp I745 - I75I)

295 W.P. Tanner et J.A. Swets -
A decision making theory of visual detection.
(Psychological Review, vol. 6I N°6, I954
pp 40I - 409)

296 L.L. Thurstone - A law of comparative judgments.
(Psychological Review, I927, 34
pp 273 - 286)

297 J.C. Risset - Musique électronique et théorie de l'information.
(l'Onde Electrique octobre I964,
pp I055 - I063)

298 J.F. Schouten - Le son synthétique.
(Revue Technique Philips juin I939
pp I75 - I82)

299 F. Winckel - Psychoacoustics and music.
(Gravesaner Blätter I960, I9/20,
pp I6 - 20)

300 W. Ross Ashby - Introduction à la cybernétique.
(Dunod, Paris I958)
a (p 62) b (p 86 - 88)

30I Heinrich Kösters - Gestaltung von Musik und Sprachstudios
(Tonmeister Tagung Delmold I949
pp 20 - 2I)

302 J.J. Matras - Acoustique Architecturale (Synthèse)
(Onde électrique I956 pp 384 - 4I5)

303 G. Steinke - Aus der Arbeit des Laboratoriums "Akustisch-musikalische Grenzprobleme" in B R F
(Techn. Mitt. des B R F 4/I96I
pp I90 - I97)

304 H.E. Olson - Passive and active acoustics in Architectural enclosures.
(Journal of the Audio Eng. Soc. oct. I965 n°4
pp 307 - 3I8)

305 G. Jahn - Zum Unterschied zwischen zweihörigem und beidhörigem Hören.
(HochFrequenzTech. und ElectroAk. février I963
pp I5 - 20)

306 R. Lehmann - Essai de mise au point sur l'audition binaurale.
(Revue d'Acoustique - N°6 - I969 pp II5 - I23)

307 E. Skudrzyk - Die Grundlagen der Akustik
(Springer - Verlag WIEN I954)
(pp 603 - 607)

308 E. Belger, H. Jakubowski - Amélioration de l'intelligibilité de la parole dans la réception à grande distance sur ondes hectométriques.
(Revue de l'U.E.R., Cahier A - Technique
octobre I967, pp I92 - I98)

309 I.J. Hirsch - The measurement of hearing.
(Mc. Graw Hill C° New-York I952, p I3)

3I0 Kai von Fieandt, J. Järvinen, P. Korkala - A significance test for the law of comparative judgment.
(Reports from the Psychological Institute.
The university of Helsinki n°2 - I966)

3II H.D. Harwood - New BBC Monitoring loudspeaker.
(Wireless world, mars, avril, mai I968
pp 2 - 8, 74 - 78, II4 - II7)

3I2 G.A. Briggs - Les haut-parleurs.
(Société des Editions Radio Paris I96I)
a (p 84) b (p 230) c (p 264)

3I3 L. Pimonov - Théorie de la transformation de la parole et perspectives d'application.
(Annales Télécommun.I962, pp 30I - 3I3)

3I4 L. Barducci, F. Borruso, G. Ibba -
Further investigations on the recommended procedures for loudness calculation.
(VIIe Congrès Int. d'Acoustique -
Budapest août I97I)

3I5 G.L. Fuchs - Correlation between physical measurement of insulation between dwellings and the corresponding subjective judgments.
(Acustica, N° 5, vol. 2I, I969, pp 303 - 306)

3I6 R. Lehmann - Audiomètres et appareils de correction auditive.
(Philips Audiométrie N° 22, I964 pp 3 - II)

3I7 J. Zwislocki - Acoustic attenuation between the ears.
(Journal of the Ac. Soc. of Amer. juillet I953
pp 752 - 759)

3I8 R. Brard - Cours de calcul des Probabilités et Statistiques de l'Ecole Polytechnique. Paris I949
(p 256)

3I9 P. Vernotte - Calcul numérique, calcul physique.
(Nucléus, juillet-août I963 pp 3I5 - 323)

320 L. Couffignal - Calcul numérique, calcul physique.
(Nucléus, janvier-février I964 pp 33 - 35)

32I LS. Stevens, M.S. Rogers, R.J. Herrstein -
The apparent reduction in loudness; a repeat experiment.
(Journal of the Ac. Soc. of America
mars I955 pp 326 - 328)

322 H. Kietz - Das Raümliche Hören.
(Acustica I953 N°2 pp 73 - 80)

323 C.J. Le Bel - Psychoacoustic aspects of higher quality reproduction.
(Audio Engineering janv. I949 n°I
pp 9-II et 32-34)

324 H.F. Olson - Frequency range preference for speech and music.
(Journal of the Ac. Soc. of America
juillet I947 pp 549 - 555)

325 J.M. Pickett - Effects of vocal forces on the Intelligibility of speech sounds.
(Journal of the Ac. Soc. of Am.
sept. I956 pp 902 - 905)

326 W.J. Beninghoff, M.J. Ross -
Investigation of an efficient representation of speech spectra for segmentation and classification of speech sounds.
(I.EEE Trans A U, USA, mars I970 n°I
pp 33 - 42)

327 J. Pujolle - L'étude des distorsions de phase.
(Rapport ORTF, I96I, BAT 50 333)

328 H.A. Chinn, P. Eisenberg - Tonal range and sound intensity preferences of broadcast listeners.
(P.I.R.E. I945, 33, p 57I)

329 B. Bladier - Sur les réponses transitoires en acoustique des salles.
(Acustica I967 - n°6 pp 309 - 322)

330 J. Méry - Le bruit
Thèse de Doctorat en Médecine.
(Strasbourg N°I33 année I968)

33I A. Wisner, C. Tarrière - Les effets des bruits sur la vigilance en fonction de leurs caractéristiques physiques et psychophysiologiques.
(Acustica I964 pp 2I7 - 226)

332 D.M. Green - Application of detection theory in psychophysics.
(Proc. IEEE, USA, mai I970, 58 n°5
pp 7I3 - 723)

333 K. Ilmonen - Listener preferences for loudness balance of broadcasts with special consideration to listening in noise.
(Oy. Yleisradio Ab. Helsinki
Research report N°I2 / I97I)
a (pp 82 - 84) b (pp 96 - 97)

334 J.R. Combridge, J.O. Ackroyd -
Upper limit of frequency for human hearing
(Nature, G B I7/3/I95I pp 438 - 439)

335 R. Husson - La voix humaine contient des ultra-sons.
(La Nature juin I963, pp 257 - 260)

336 R. Plomp, A.M. Mimpen - The ear as a frequency analyser.
(Journal of the Ac. Soc. of Am.
avril I968 pp 764 - 767)

337 W. Reichardt, W. Schmidt - Die Wahrmehmbarkeit der Veränderung von Schallfeldparametern bei der Darbietung von Musik.
(Acustica I967 n°5 pp 274 - 282)

338 T.S. Korn, J. Hougardy - Mesure des haut-parleurs dans les lieux d'utilisation.
(Acustica, vol 9 I959 n°3 pp I2I - I26)

339 H. Niese - Die Prüfung der Leistungfähigkeit von Lautstürkeermittlungsmethoden mit intermittierenden breitbandigen Räuschen.
(Hoch Freq. Techn. und ElektroAk. vol 72 -
oct. I963 pp I67 - I72)

340 W. Reichardt, H. Niese - Die Addition der Schallerregungen in den Einzelnen Frequenzgruppen bei Impulsiven Geräuschen
(Acustica, vol I6, N°5, I965/I966, pp 295-304)

34I H. Niese - Die Lautstärkebildung bei binauralen Hören komplexer Geräusche.
(Hoch Freq. Techn. und ElektroAk. I96I n°4
pp I32 - I4I)

342 J. Dreyfus - Graf - Intensité sonore et autorégulation.
(Revue du son - mars I968 pp I34 - I36)

343 D.G.H. Mills - Le problème de l'intensité sonore et du niveau en radiodiffusion.
(Revue de l'U E R - Cahier A - Technique
avril I97I - pp 78 - 79)

344 "Rundfunk" - Zur Psychologie der Tonsteuering
exposé de synthèse sans nom d'auteur.
(Funktechnik I968 N° I8 pp 687 - 688)

345 R. Plomp - The ear as a frequency analyser.
(Journal of the Ac. Soc. of Am. sept I964 n°9
pp I628 - I636)

346 P. Grognot - Les effets du bruit sur l'organisme humain.
("Horizons médicaux" I965 n°I20
pp I0 - I6)

347 C. Higgs - Subjective and objective judgment of performance
(High fidelity sound reproduction janvier I958
pp I - I7)

348 K. Nordenstreng - Problèmes de l'intensité sonore.
(Akustinen Aikakauslehti - Université d'Helsinki -
I966, 4, N°2, pp II - I5)

349 J. Chailley - Expériences de corrélation entre musique et parole
(Conférences des Journées d'Etude du Festival
International du Son Paris I967 pp 44 - 52)

350 M. Billardon - The artistic balance between speech and music
volumes in sound broadcasting.
(E.B.U. Review - Part A - Technical n°94
déc. I965 pp 238 - 244)

35I B.B. Bauer, E.L. Torick, R.G. Allen -
The measurement of sound level.
(Journal of the Ac. Soc. of America août I97I
pp 405 - 4I5)

352 E. Leipp - Peut-on définir objectivement une sensation de
bruit intense ?
(Revue d'Acoustique N°I5 - juillet I97I -
pp 20I - 204)

353 R. Lamoral - Problèmes d'acoustique des salles et des studios
(Collection Techn. et Scient. du CNET - Chiron -
Paris I967 - pp 43 - 54)

354 Kai von Fieandt - Loudness invariance in sound perception
(Acta Psychologica Finnica Helsinki I95I
pp 9 - 20)

355 J.P. Legouix et J. Foret - Binaural record of cochlear potentials
in the guinea-pig and directional hearing.
(Acta oto-laryngologica N°68 - I969 pp 2I - 32)

356 B.G. Haustein - Hypothesen ueber die einhorige Entfernungswahr-
nehmung des Menschichen Gehörs
(Hochfrequenztechn. u Elektr. Akust. N°2
avril I969 pp 45 - 47)

357 W. Furrer et A. Lauber - Die Raumakustische Diffusität in
Schallaufnahme und RadioStudios
(Acustica - vol 4 - I954 - pp 29 - 33)

358 D.W. Martin et W.D. Ward - Subjective evaluation of musical
scale temperament in pianos.
(Journal of the Ac. Soc. of Am. mai I96I
pp 582 - 585)

359 S.S. Stevens - The measurement of loudness.
(Journal of the Ac. Soc. of Am. sept. I955
pp 8I5 - 829)

360 D.L. Richards - Statistical propertics of speech signals
(Electronics Record juin I964
pp 94I - 949)

36I L. Pimonov - Eléments de bioinformatique appliquée à l'audition.
(Ecole Pratique des Hautes Etudes.
Edition GALF - Lannion nov. I969
pp I33 - I39)

362 B.B.C. Research Reports - Some statistical parameters of the quasi-peak voltage of BBC sound programmes.
(BB Research Report L 064 I966 - 20
mai I966)

363 J. Méry - Les études de physiologie.
(Revue d'Acoustique I970 - N°I0 -
pp II3 - I22)

364 R. Condamines - Emission expérimentale sur la dynamique des modulations musicales.
(Etude I2I07 / B/67 - Service des Etudes ORTF
Paris - sept I967)

365 Kurt. Muller - Quelle dynamique l'auditeur de radiodiffusion souhaite-t-il ?
(West deutscher Rundfunk - Cologne - Rapport
spécial sept. I970)

366 L. Keibs - Perspektiven für eine raumbezogene Rundfunkübertragung.
(Techn. Mitteil. des B.R.F. mars I95I
pp 55 - 59)

367 W. Reichardt, W. Schmidt -
Die hörbaren Stufen des Raumeindruckes der Musik
(Acustica I966 n°3 pp I75 - I79)

368 H. Völz - Kanalkapazität des Ohres und optimale Anpassung akustischer Kanäle.
(Elektronische Rundschau - N°I0 - I96I
pp 482 - 488)

369 H.S. Terrace et S.S. Stevens -
The quantification of tonal volume.
(Amer. Journal of Psychol. 75,
pp 596 - 604, I962)

370 G. Steinke - Massnahmen zur Erreichung eines optimalen Rundfunkübertragungübertragungsverfahrens.
(Techn. M.H. des B.R.F cahier I, mars I960,
pp 2I - 32)

37I R. Lamoral - L'acoustique des grandes salles.
(7e Congrès Int. d'Acoustique Budapest I97I)

372 J.E. Young - Correlation functions for noise fields.
(Journal of the Ac. Soc. of America sept. I954
pp 788 - 789)

373 S.S. Stevens - The basis of psychophysical judgments.
(Journal of the Ac. Soc. of America avril I963
pp 6II - 6I2)

374 Rimsky - Korsakov - Propriétés statistiques du signal sonore.
(Acoustitchesky Journal - Tome VI -
Fascicule 3 - I960 pp 360 - 369)

375 J.C. Risset - Paradoxes de hauteur : le concept de hauteur sonore n'est pas le même pour tout le monde.
(7e Congrès Int. d'Acoustique Budapest I97I)

376 E. Leipp - Die subjektive Bewertung der Musik.
(7e Tonmeistertagung Köln octobre 1966)

377 A. Herzog - A propos de la nécessité et de la possibilité de déterminer des critères objectifs pour la qualité des images.
(Radio-Télé O.I.R.T I968 - I - p 44)

378 L.L. Beranek - Récentes recherches d'acoustique architecturale et réalisations en Amérique du Nord.
(Conférences du Groupement des Acousticiens de Langue Française - Paris - 3 avril I970)

379 A.F.B. Nickson et R.W.Muncey - The acoustic conditions accepted by listeners in an auditorium.
(Acustica, I959, 9, pp 3I6 - 320)

380 W.A. Munson, F.M. Wiener - Sound measurements for psychophysical tests.
(Journal of the Ac. Soc. of Amer. mai I950
pp 382 - 386)

38I G. Castelnuovo - Stéréophonie et Radiodiffusion.
(Groupement des Acousticiens de Langue Française, Groupe Audition Phonation, réunion de Turin, mai I969)

382 G.W. Snedecor et W.G. Cochran - Méthodes statistiques.
(6e édition, traduction française - Association de Coordination Technique Agricole Paris I972, p 203)

383 D. Gabor - Acoustical quanta and the theory of hearing.
(Nature G.B. mai I947 pp 59I - 594)

384 W. Tempest, M.E. Bryan, H. Mc Robert - The estimation of relative loudness.
(Ve Congrès Intern. d'Acoustique Liège I965)

385 R. Blesser, A.R. Kent - Analysis of a feedback controlled limiter using a logarithmic-measuring scale.
(I.E.E.E. Trans, A U, U S A, décembre I968, I6 n°4 pp 48I - 485)

386 F.A. Peachey - Automatic monitoring
(B B C Research reports Monograph N° 62
avril I966 pp 5 - I6)

387 R. Chocholle - Les sons complexes.
(Groupement des Acousticiens de Langue Française,
groupe Audition - Phonation, Congrès de Turin,
mai I969)

388 D.M. Leakey, D.M. Sayers, C. Cherry - Binaural fusion of low and high-frequency sounds.
(Journal of the Ac. Soc. of America
mars I958 n°3 p. 222)

389 Y. Tarnóczy, T. Jarfas, M. Lukacs - Neuere Subjektiv-akustische Untersuchungen über die Nachhallzeit.
(Elektron - Rundsch. I960 - n° 6
pp 223 - 226)

390 G. Haar - Ueber den Charakter der Eichlinearität des Ohres
(Funk und Ton Mai I95I pp 248 - 257)

39I W.H. Beaubien, M.B. Moore - Perception of the stereophonic effect as a function of frequency.
(Journal of the Acoust. Soc. of Amer.
avril I960 n°2 pp 76 - 86)

392 G. Wester Veen - Der Nachhall bei Musik und Sprache.
(Fernseh und KinoTechnik n°I0, octobre I970
pp 373 - 376)

393 F. Winckel - Musikalisch Akustische Kriterien von Konzertsälen
(Tonmeister Tagung Deltmold I957
pp I9 - 20)

394 R. Condamines - L'influence de la bande passante sur la qualité des émissions musicales.
(Revue Française de Radio et de Télévision,
n°II - I969 - pp 249 - 252)

395 R. Condamines - L'écoute de la musique : niveau sonore et bande passante.
(Etude O R T F N° I22I0 / D / 7I - sept.I97I

396 H.L. de Vries - Brownian motion and the transmission of energy in the cochlea.
(Journal of the Acoust. Soc. of America
sept. I952 pp 527 - 533)

397 M. Loeb, G.R. Hawkes - Auditory intensity discrimination as function of stimulus presentation method.
(Journal of the Acoust. Soc. of America
oct. I962 pp I643 - I647)

398 R.M. Warren, R.P. Warren - Basis for judgment of relative brightness.
(Journal of Optical Soc. of America
48, I958, pp 445 - 450)

399 R. Plomp, W.J.M. Levelt - Tonal consonance and critical bandwidth
(Journal of the Acoust. Soc. of America I965
pp 548 - 560)

400 E. Leipp - Un paradoxe en sensation de hauteur tonale.
(VIIe Congrès International d'Acoustique.
Budapest août I97I)

40I P.K. Burkowitz - Une nouvelle méthode pour le jugement auditif des haut-parleurs.
(Conférences des Journées d'Etude du Festival International du Son Paris I969 pp 45 - 49)

402 W.F. Meeker - Speech characteristics and acoustic effects
(Communication system engineering handbook
I967 - Chap 3 pp I - 20)

403 J. Desabie - Théorie et pratique des sondages.
(Dunod Paris I966, p 399)

404 Ch. P. Lebbs, Kenn.S. Oliphant -
Music as a source of acoustic trauma
(Journal of the Acoust. Engineering Soc.
oct. I969 pp 535 - 538)

405 H. Mc. Robert, M.E. Bryan, W. Tempest -
The aural reflex and masking.
(Journal of Sound and Vibration
février I97I pp 299 - 306)

406 R. Tanner - Le phénomène d'identification par tolérance; le préjugé de la gamme juste.
(Acustica, vol 25 N°3 sept. I97I
pp I58 - I67)

407 S.S. Stevens, C.T. Morgan, J. Volkmann -
Theory of the neural quantum in discrimination of loudness and speech.
(Amer. Journal of Psychology I94I, 54,
pp 3I5 - 335)

408 W.R. Garner - Some statistical aspects of half-loudness judgments
(Journal of the Ac. Soc. of America
mars I952 pp I53 - I57)

409 J. Mattéi, A. Timsit - L'analyse des signaux électro bio-physiques.
(Groupement des Acousticiens de Langue Française Groupe Audition-Phonation réunion de Turin
mai I969)

4I0 B. Wagener - Raümlische Verteilungen der Hörrichtungen in synthetischen Schallfeldern.
(Acustica, octobre I97I - vol.25 n°4
pp 203 - 2I9)

4II J.H. Clarke - The effects of certain background sounds on the average efficiencies of groups of university students engaged in an intellectual task.
(Acustica - juillet I97I - pp I8 - 2I)

4I2 G.R.J. Hockey - Effects of noise on human efficiency and some individual differences.
(Journal of Sound and Vibration - fév. I972 - pp 299 - 304)

4I3 J.M. Bowsher, D.W. Robinson - On scaling the unpleasantness of sounds.
(Brit. Journal of Appl. Phys. avril I962 n° 4 pp I79 - I8I)

4I4 T.S. Korn, J. Dewèvre - Mesures subjectives de la qualité de reproduction sonore et leur corrélation avec les mesures physiques.
(Conférences des Journées d'Etude du Festival International du Son - Paris I966)

4I5 A. Moles - Dynamique de la musique et expression de contrastes
(Bulletin de l'Union Européenne de Radiodiffusion Nov. I950 - pp 35I - 358)

4I6 S.S. Stevens - Concerning the form of the loudness function
(Journal of the Ac. Soc. of America mai I957 - pp 603 - 606)

4I7 Pedersen, O. Juhl - Possibilities for the objective measurement of the loudness level of speech.
(VI^{e} Congrès Int. d'Acoustique Tokyo I968)

4I8 E. Rothe - Aussteuerung, ein ungelöstes Problem
(Fernseh ind Kino- technik mars I970 pp 79 - 84)

4I9 G. Plenge - Ueber die Hörbarkeit von Aenderungen im Frequenzgang der Nachhallzeit.
(Acustica I965 - I966 n°5 pp 269 - 278)

420 M.L. Gayford, J.L. Goodwin - Systèmes modernes de sonorisation.
(Revue des Télécommunications I967, n°2 pp I80 - I89)

42I G.A. Miller - Hand book of experimental psychology Speech and Language.
(Wiley and Sons, New-York I95I, pp 789 - 8I0)

422 G.U. Righini, P. Righini - Intégration de l'information par l'écoute binaurale et problèmes de compatibilité stéréophonique.
(Groupement des Acoust. de Langue Française, groupe Audition-Phonation, réunion de Turin I969)

423 M. Loriquet - La compression-expansion en enregistrement audio-fréquence.
(Revue de Radiodiffusion et de Télévision. N° 2I/7I janv. I972 pp 3II - 3I8)

424 R. Condamines - Emission expérimentale : les plans sonores en monophonie et en stéréophonie.
(La Revue du Son - mai I968 pp 2II - 2I3)

425 A. Bolle, A.Lo Surdo, G.Zanotelli - Percezione monoauricolare delle direzione di provenienza dei suoni.
(Ricerca Scientifica Italiana janvier-février I949 pp 37 - 39)

426 E. Fischer - Stereoempfang im Auto.
(Funkschau, mars I972, pp I55 - I56)

427 F. Kolmer - Subjective evaluation in room acoustics
(VII^{e} Congrès Int. d'Acoustique Budapest I97I)

428 J. Pujolle - Nouveau point de vue sur l'acoustique des salles.
(Revue d'Acoustique - févr. I972 - pp 2I - 25)

429 F. Winckel - Architecture et musique spatiale.
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale Faculté des Sciences - Paris - déc. I970)

430 F. Winckel - Scientific appraisal of singing voices.
(Nature - mars I954 p 574)

43I D.B. Fry, L. Manen - Basis for the acoustical study of singing
(Journal of the Acoust. Soc. of America juin I957 pp 690 - 693)

432 L. Pimonov - La détermination de la qualité des instruments de musique au moyen du spectre sonore transitoire
(Acoustique Musicale, colloque du CNRS - Marseille - mai I958)

433 L. Pimonov - Réponse de l'oreille aux phénomènes transitoires
(IV^{e} Congrès International d'Acoustique Copenhague I962)

434 J. Chailley - Expériences de corrélation entre musique et parole
(Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale - Faculté des Sciences - Paris - avril I966)

435 L. Pimonov - Le problème d'intégration des informations et la rééducation des sourds profonds.
(Annales des Télécommunications, sept-oct. I966 pp I95 - 2I6)

436 D. Gabor - Theory of communication.
(J.O. B.E.E. Vol 93 - Part III, N°26, I946 pp 429 - 456)

437 Tiong - Suy - Yu - Information content of a sound spectrogramm
(Journal of the Audio Engineering Society oct. I967 pp 407 - 4I3)

438 H. Schiesser - Optimale Lautstärke von Rundfunk - Programmen beim Hörer und im Studio
(Fernseh und Kino-Technik nov. I97I N°II pp 39I - 397)

439 M. Bonamy - Les servomécanismes.
(Masson et C^{ie} Paris I957, p 9)

440 P. Naslin - Circuits à relais et automatismes à séquences.
(Dunod, Paris 1959, p 330)

441 A. Moles - Conserves culturelles et développement artistique
(Conférences des Journées d'Etude du Festival
International du Son Paris 1971, pp 21 - 31)

442 S.D.G. Stephens - Hearing and Personality : a review.
(Journal of Sound and Vibration févr. 1972
pp 287 - 298)

443 V.M. Lebedev, I.D. Simonov - Methods and results of measuring the differential thresholds and their use to improve audibility broadcasting quality.
(VII Congrès International d'Acoustique
Budapest 1971)

444 Y. Rocard - Dynamique des Vibrations.
(Masson, Paris 1949, p 333)

445 M. Jessel - Existe-t-il une acoustique non linéaire ?
(VII^{e} Congrès International d'Acoustique
Budapest août 1971)

446 Th. Vogel - Propagation des signaux acoustiques dans les milieux aléatoires.
(Conférences du Groupement des acousticiens de
Langue Française avril 1971 - Paris)

447 Th. Vogel - Signaux émis par des systèmes incomplètement déterminés.
(2^{e} colloque sur le traitement du signal et ses
applications - Nice, mai 1969)

448 V. Nösselt - Determination einer Musikalischen Empfindung; ihre akustischen korrelate sowie deren Existenz bereich.
(VII^{e} Congrès International d'Acoustique -
Budapest août 1971)

449 M. Philippot - De la sensation auditive à la perception musicale.
(Conférences des Journées d'Etude du Festival
International du Son - Paris - mars 1972
pp 58 - 65)

450 F. Attneave - Dimensions of similarity.
(American Journal of Psychology 1950, 63,
pp 516 - 556)

451 R. Condamines - Relation entre la bande passante et le niveau sonore dans l'écoute musicale.
(La Revue du Son - mai 1972 pp 274 - 276)

452 R. Condamines - La stéréophonie.
(Rapport de synthèse - Service des Etudes de
l'O R T F - Septembre 1963)

453 J.C. Lafon, G. Cornut - Phonation et fonctionnement impulsionnel du larynx.
(Annales des Télécommunications, mai-juin I962 pp I07 - II6)

454 Groupe d'Acoustique Musicale - Compte-rendus.
(Bulletins nos I à 55, de I963 à I972 - Faculté des Sciences de Paris - Université Paris VI, département de mécanique)

455 L. Couffignal - Information et Cybernétique.
(Gauthier-Villars, Paris I958, p 46)

456 K. Obushi - A neural network model for residue pitch perception
(7e Congrès International d'Acoustique Budapest I97I)

457 W.S.Mc. Culloch, W.H. Pitts - How we know universals, the perception of auditory and visual forms.
(Bull. of Mathematical Biophysics U S A, vol. 9, I947, pp I27 - I47)

458 J. Pujolle - L'apport de l'informatique à l'acoustique.
(7e Congrès International d'Acoustique - Budapest I97I)

459 M. Lindgren - Speech-man's natural communication.
(Proceedings I E E E spectrum, juin I967, N°6 pp 75 - 86)

460 E. Leipp - Acoustique et Musique.
(Masson - Paris I97I, p 98)

46I E. Leipp - Une méthode de corrélation optique pour la comparaison objective de 2 évènements sonores.
(Conférences des Journées d'Etude du Festival International du Son - Paris - mars I972 pp II6 - I29)

462 R. Condamines - L'espace audio-visuel.
(La Revue du Son - nov. déc. I972)

463 J.P. de Saunières - La prise de son en télévision.
(Les cahiers de la Revue du Son n°2 Editions Chiron - Paris pp 38 - 45)

464 J.J. Matras - Présentation du monde sonore.
(La Revue du Son - n°I sept. I953 pp I - 3)

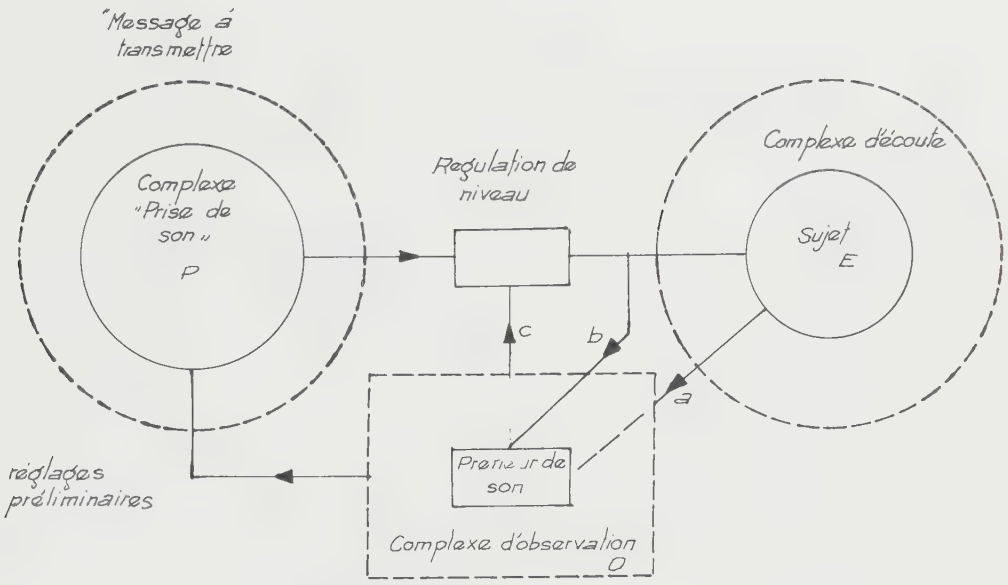


Fig.1 Schema global de la prise de son

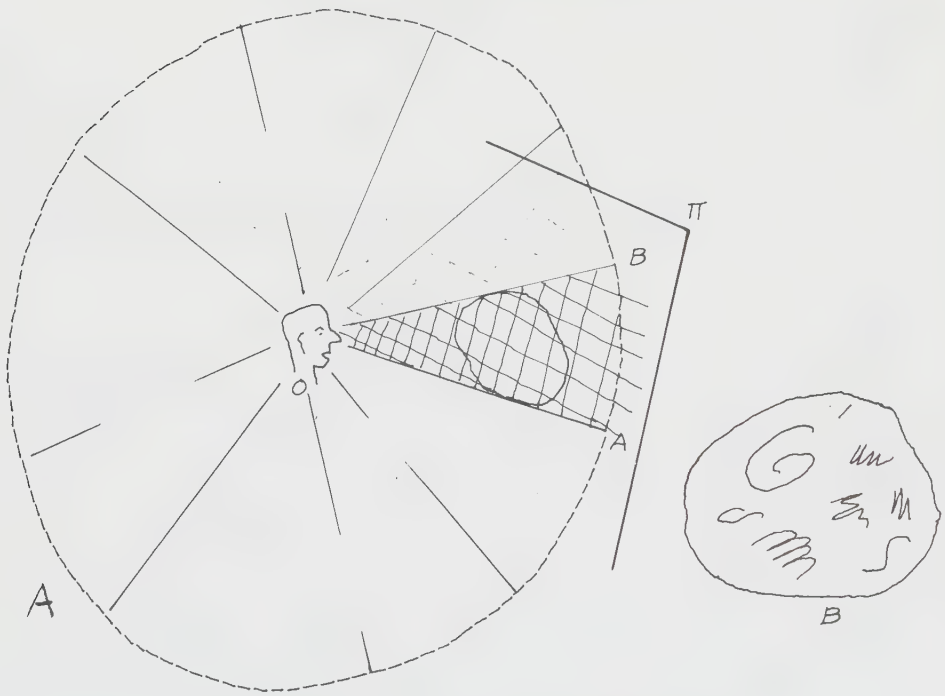


Fig.2 L'espace subjectif (A) et la scéne sonore (B)

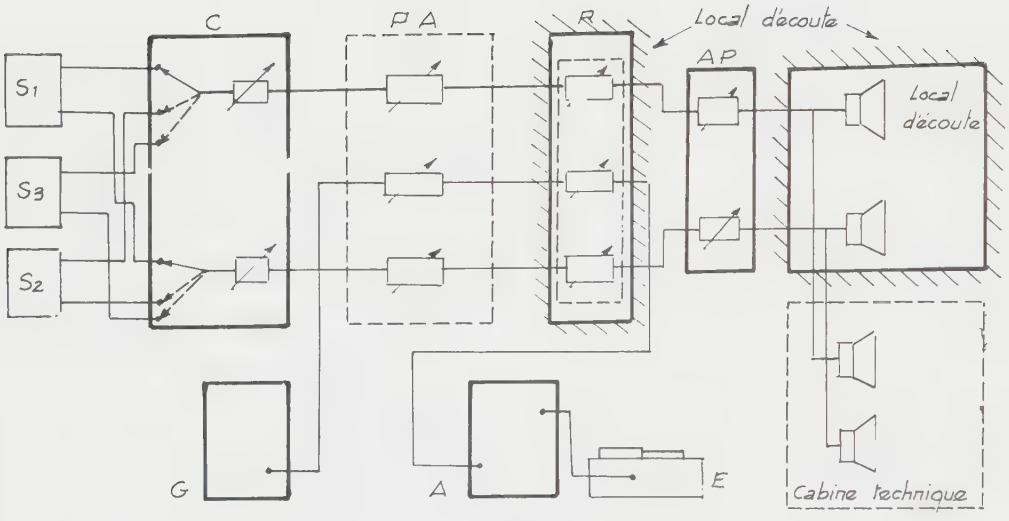


Fig 3 Installation Studio M

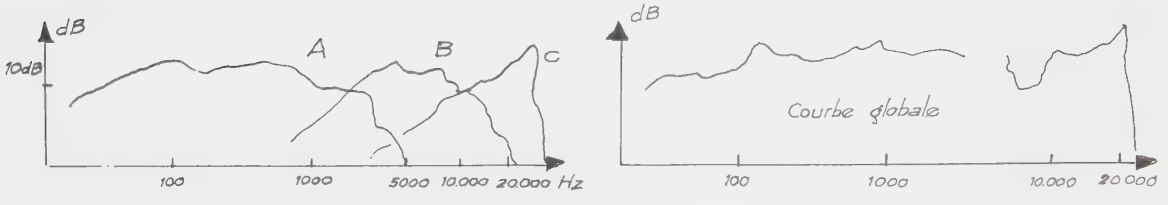
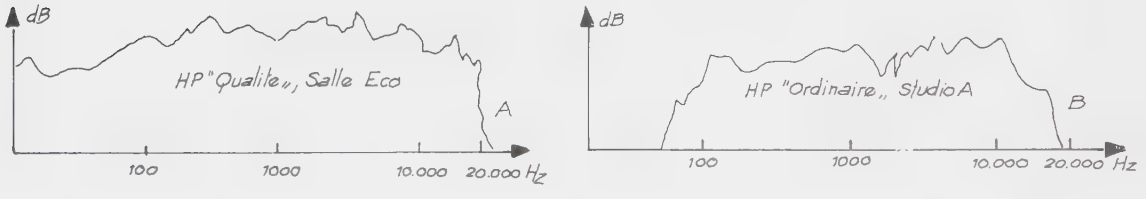


Fig 4 Courbe de reponse des haut-parleurs: 3 canaux (dans l'axe)



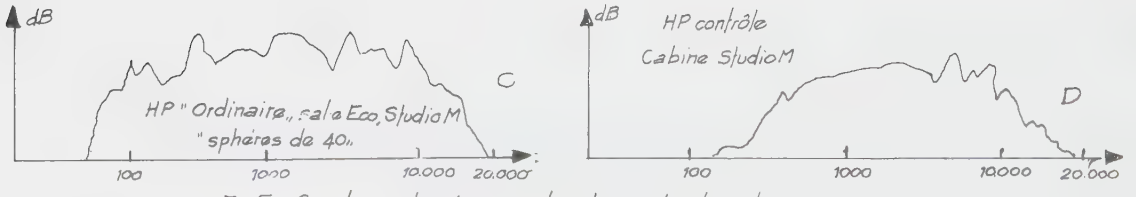


Fig 5 Courbes de réponse de divers haut-parleurs

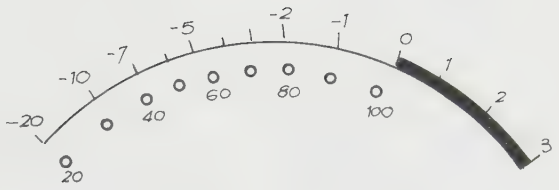


Fig. 6 Echelle du V.U. mètre

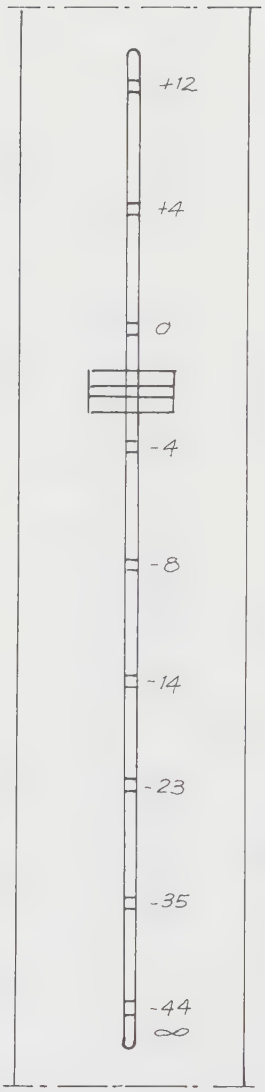


Fig 7 schéma du po...ntiomètre de mélange

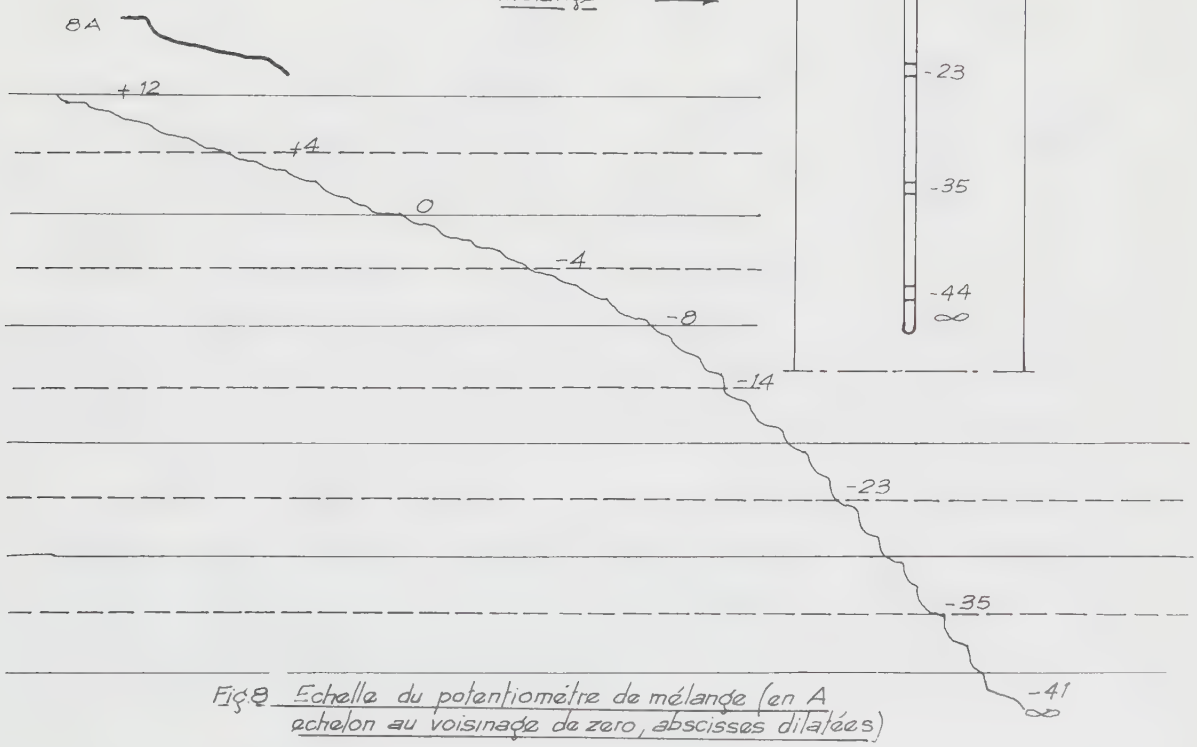


Fig 8 Echelle du potentiomètre de mélange (en A échelon au voisinage de zero, abscisses dilatées)

	MAXI			
Bruit de fond	20	18	10	9
	20	16	2	8
	20	20	14	12
	18	15	10	11
Bande passante	12	18	20	15
	20	18	18	19
	20	20	20	18
	20	20	20	17
Distorsion	20	20	19	
	20	18	18	
	18	18	10	
	20	20	20	

	MOY			
Bruit de fond	15,5	13,5	7,5	2,5
	14	9	4,5	1
	14,5	13	9,5	5,5
	13,5	7,5	3	1,5
Bande passante	15	15	14	9
	15	14	12	11
	16,5	15	13,5	11
	17	15,5	14	11
Distorsion	15	12	9	
	14	12,5	7	
	14,5	13	5,5	
	17,5	12,5	6,5	

	MINI			
Bruit de fond	8	8	5	0
	6	5	0	0
	2	2	2	0
	8	2	0	0
Bande passante	9	14	12	3
	10	9	7	0
	8	10	5	0
	12	11	8	0
Distorsion	11	4	0	
	9	5	0	
	6	5	0	
	9	2	0	

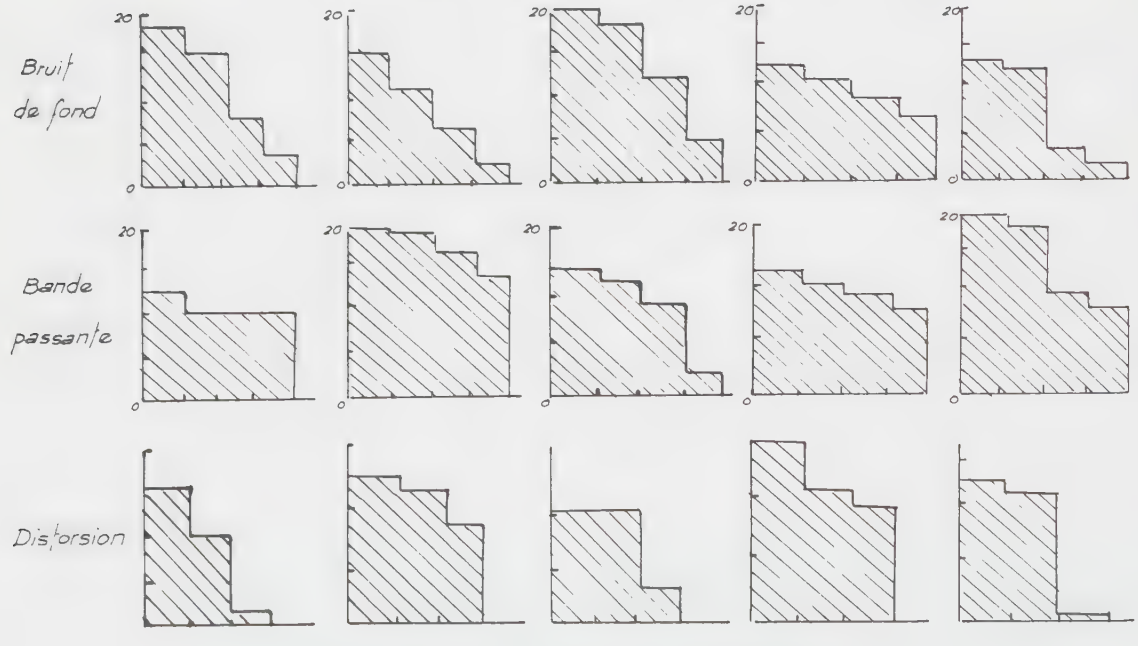


Fig 9 Essais concernant les défauts BF

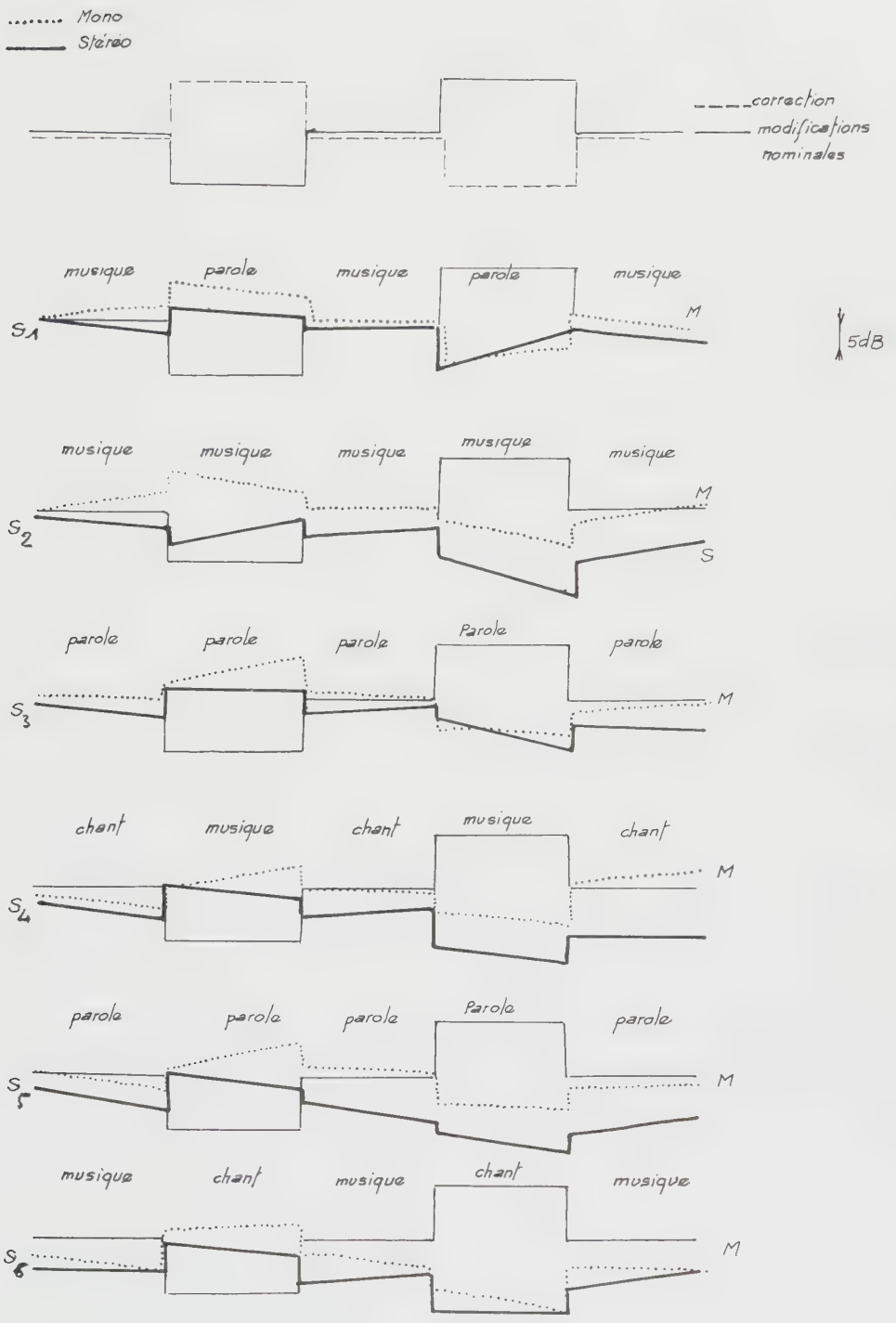
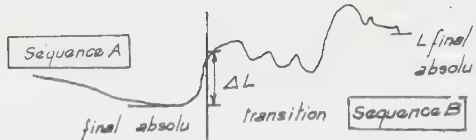


Fig 10 Réactions globales d'un auditeur

	Echantillon	Lin	Pond. A	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A	Studio 105 Musique de chambre	82 dB	80	63	75	63	65	74	68	40
	Studio 107 chant	86	78	40	68	65	64	70	60	24
	Studio 125 magazines	76	78	34	71	84	82	76	54	12
	Studio 114 parole	74	74	56	64	64	68	40	34	16
	Studio 104 Max	94	86	46	82	72	64	76	62	25
	Orchestre symphonique Min	69	66	15	60	55	54	52	36	12
B	Studio 105 Orchestre de chambre	84	84	60	78	64	70	75	58	21
	Studio 107 chant	80	78	66	70	78	77	57	42	17
	Studio 114 Parole	84	82	54	68	70	72	63	50	3
	Studio 104 Max	88	88	60	82	84	68	80	60	15
	Orchestre symphonique Min.	70	72	48	60	64	48	50	40	2
	Cabine programme Max	80	70	54	62	64	58	58	40	16
	F. musique Min	68	64	45	48	55	50	48	25	12
	Cabine programme Max	72	66	58	58	46	46	67	40	0
	F. culture Min	65	60	48	50	38	38	45	32	0
	Cabine programme Max	68	60	54	54	56	50	53	38	0
	F. inter Min	65	64	54	48	48	40	46	30	0

Tabl. 1 Mesures de niveau acoustique effectuées dans les studios (A) ou cabines (B) de radiodiffusion: linéaire, pondération "A", filtres d'octave. Ces exemples correspondent aux valeurs moyennes, max ou min. obtenues sur des tranches de 5 minutes choisies au hasard, mais identiques pour le studio et la cabine dans St. 105, 107, 114, 104.



Stereo	Mono																					
	ΔL	L			ΔL	L			ΔL	L			ΔL	L			ΔL	L			$L_{Final} - L_{Init}$	
	CORIOLAN				PARLÉ				CORIOLAN				PARLÉ				CORIOLAN					
1	-4	-5	0	-2	5	0	+4	-3	-5	-6	-1	-1	-2	-12	-5	-10	+5	-9	+5	-3	-5	-3
2	0	3	1	7	6	6	5	7	-7	1	-5	5	-8	-9	-8	5	+6	-3	7	1	-3	0
3	5	0	1	3	0	1	7	7	0	1	-4	7	-8	-10	-8	-3	+12	-2	11	5	+3	4
4	-1	-4	0	0	5	1	1	1	-3	2	-2	-1	-13	-5	-10	-12	8	[illegible]	8	-6	-8	-6
5	0	0	-1	-1	0	-3	3	5	0	-1	-6	-10	-11	-16	-6	-10	8	-1	0	-2	-1	-1
Moy	0	-1,2	0,2	1,2	3,2	+1,0	4,0	3,4	-3,0	-0,6	-3,6	0	-8,4	-10,4	[illegible]	-6	+7,8	-4,8	6,8	-0,2	-2,6	-1,2
	CORIOLAN				BRAHMS				CORIOLAN				BRAHMS				CORIOLAN					
1	3	1	-1	0	-10	1	+1	+5	0	-2	-1	+2	-10	-20	-6	-9	+10	-8	[illegible]	[illegible]	-10	0
2	-5	-2	0	8	0	2	2	10	-4	-3	-6	6	0	-11	-4	-2	[illegible]	0	[illegible]	[illegible]	5	10
3	-6	-6	0	9	+2	0	6	10	-5	-5	-8	3	-10	-10	-4	-2	+3	-8	4	2	-2	2
4	0	-4	0	4	-4	-4	6	-3	-1	-3	0	-8	-5	-18	8	-16	0	-5	6	[illegible]	-5	-7
5	-3	-7	-1	-1	+6	-3	10	5	-2	-3	-5	1	-8	-16	-8	-13	+9	-5	10	-1	-2	0
Moy	-2,2	-3,6	-0,4	4	-3,2	-0,8	6,0	4,4	-2,4	-3,2	-4,0	0,8	-6,6	-15,0	-2,8	-7,4	+5,9	[illegible]	[illegible]	0,6	-2,8	1,2
	PARLÉ				DRAMATIQUE				PARLÉ				DRAMATIQUE				PARLÉ					
1	-3	-3	+1	+1	+5	0	+2	+8	-9	-4	-3	+5	-6	-10	-4	-8	+10	-4	+6	0	-1	-1
2	0	1	0	3	10	7	0	8	-5	4	-7	2	0	-13	-6	-3	13	0	3	0	0	0
3	0	-3	1	1	+5	-1	6	10	-5	-4	-8	3	-4	-10	-4	-2	+3	-7	4	2	-7	2
4	-1	-4	-6	-7	0	3	6	5	-3	-3	-10	-6	0	-6	-8	-18	-2	[illegible]	[illegible]	-3	-8	3
5	-4	-5	-1	-2	+10	+8	0	9	-9	-2	-6	-2	-1	-11	-8	-8	+5	-5	[illegible]	[illegible]	-1	4
Moy	-1,6	-2,8	-1	-0,8	5,0	+3,4	2,6	8,2	-6,2	-1,8	-6,8	0,6	-2,2	-10,0	-6	-6,4	5,8	-5,0	4,9	-0,4	-3,4	1,6
	CHANT				BRAHMS				CHANT				SYMPH (Brahms)				CHANT					
1	-6	-8	-2	-9	+10	-10	+7	+2	0	-9	-2	-2	0	-21	-3	-15	+6	-15	+12	-3	-7	-1
2	-7	-3	0	0	+12	+3	0	6	-7	-2	-6	3	-12	-12	-4	0	+7	-1	1	2	6	2
3	-1	-3	1	3	0	-4	6	13	+3	-3	-3	3	-6	-12	-8	2	0	-10	2	-4	-9	3
4	0	-2	-7	-6	0	5	2	-1	-5	0	-10	-5	-14	-5	-3	-7	1	-5	11	-6	-5	1
5	-4	-10	0	-6	+11	-4	0	2	-3	-7	3	-3	-11	-20	-6	-12	+10	-10	10	-4	-6	-4
Moy	-3,6	-5,2	-1,6	-3,4	+6,6	-2,0	3,0	4,4	-2,4	-4,2	-4,6	-0,8	-8,6	-14,0	-4,8	-6,4	4,8	-8,2	7,2	-3,0	-4,2	0,2
	DRAMATIQUE				RISQUES et PERILS				DRAMATIQUE				RISQUES et PERILS				DRAMATIQUE					
1	0	-5	0	-3	+15	+2	+8	+10	-6	-9	-2	+2	+13	-15	-3	-1	-1	-12	0	+1	-12	+1
2	-1	-8	0	0	10	2	0	+3	-1	-5	-1	0	-2	-2	-8	-10	3	-7	2	-2	-6	-2
3	-5	-12	0	-3	+8	-4	3	8	-1	-10	-6	1	-2	-19	-7	-4	+8	-10	0	1	-5	1
4	0	-4	0	-10	0	-4	7	1	-2	-5	-3	-4	-8	-15	-8	-3	0	-9	3	-3	-9	-3
5	-3	-4	0	-3	+3	-4	6	10	-2	-6	-6	0	-5	-19	-12	-13	+5	-8	10	-4	-5	-4
Moy.	-1,8	-6,6	0	-3,8	7,2	-1,6	4,8	4,4	-2,2	-9,0	-3,6	0,2	-0,8	-14,0	-7,2	-6,2	3,0	-9,0	2,0	-1,4	-7,4	-1,4
	CONCERTO Vivaldi				VARIÉTES chant Dorothée				CONCERTO				VARIETES				CONCERTO					
1	-5	-5	-5	-5	+5	-6	+10	+4	-6	-6	-8	-5	-4	-10	-6	-16	+2	-8	+8	-8	-3	-3
2	-5	0	0	-1	8	9	4	6	-10	4	-6	0	-10	-10	-8	-10	+6	2	9	-3	+8	-3
3	-10	-10	3	-2	+8	-3	5	6	-7	-9	-8	0	-10	-20	-8	-8	+5	-13	8	4	-3	1
4	-3	-5	-11	-12	0	-2	10	-1	-1	-7	-10	-9	-9	-12	-8	-19	0	-8	-10	-13	-5	-2
5	-8	-13	-5	-8	+10	-11	6	-2	-2	-12	-6	-6	-8	-17	-8	-17	+5	-4	7	-10	+4	-5
Moy	-6,2	-6,6	-3,6	-5,6	+6,2	-2,6	7,0	2,6	-5,2	-6,0	-6,9	-4,0	8,0	-13,8	-7,6	-13,4	3,6	-6,2	8,4	-6,4	0,2	-2,4
Moy (stéréo)	-2,7		-5,9		5,0			-0,5	-4,2			-4,9	-6,9		-15,6		6,1		-7,6		-4,1	
Gén Mono	-1,3		-1,7		5,2			4,9	-4,9			-6,8	-7,2		-9,2		7,2		-2,2			-0,4
Nominal	0			0	+10			+10	-10			0	-10			-10	+10			0	0	

Tableau 2 — Reactions globales d'un auditeur (données numériques)

Tableau 3

Σ PARAMETRES // TRANSITIONS

Cas	Moy	Int. de confiance 50%		75%		95%		99%		
Mono	0,78	0,65	0,91	0,56	1,01	0,40	1,17	0,28	1,29	0,95
Stereo	1,12	1,01	1,23	0,93	1,31	0,79	1,44	0,69	1,54	
qualité	1,08	0,96	1,20	0,87	1,29	0,73	1,43	0,62	1,54	2,93
ordinaire	0,82	0,71	0,94	0,61	1,03	0,46	1,18	0,35	1,30	
Soutenu	0,93	0,82	1,05	0,74	1,13	0,60	1,27	0,49	1,37	2,94
Relaché	0,96	0,82	1,09	0,75	1,19	0,59	1,34	0,48	1,44	
long.	1,11	0,99	1,23	0,90	1,32	0,76	1,47	0,64	1,58	2,95
court	0,79	0,67	1,91	0,58	0,99	0,43	1,14	0,32	1,25	
fort A	1,51	1,35	1,67	1,23	1,79	1,03	1,98	0,89	2,13	2,16
faible A	-0,03	-0,21	0,16	0,34	0,29	-0,56	0,51	-0,72	0,64	
fort A	1,51	1,35	1,67	1,23	1,79	1,03	1,98	0,89	2,13	1,27
B	0,99	0,84	1,15	0,70	1,27	0,50	1,47	0,35	1,63	
C	1,33	1,17	1,50	1,03	1,63	0,82	1,84	0,69	1,97	

Σ Δθ long court PAR TRANSITION

Transitions	Δθ	Moy	Int. de confiance 50%		75%		95%		99%		
1.2	long	5,53	5,23	5,84	5,00	6,07	4,63	6,44	4,35	6,72	4,02
	court	2,49	2,17	2,83	1,93	3,07	1,53	3,47	1,22	3,77	
2.3	long	1,42	1,12	1,72	0,90	1,94	0,53	2,31	0,25	2,59	1,37
	court	1,86	1,55	2,17	1,33	2,39	0,95	2,77	0,67	3,05	
3.4	long	3,17	2,85	3,50	2,62	3,73	2,23	4,12	1,94	4,41	2,01
	court	2,04	1,77	2,31	1,58	2,51	1,25	2,83	1,01	3,06	
4.5	long	0,17	-0,12	0,47	-0,34	0,69	-0,70	1,05	-0,97	1,32	0,21
	court	0,24	-0,02	0,52	-0,22	0,72	-0,55	1,04	-0,79	1,26	
5 6	long	-2,52	-2,82	-2,24	-3,03	-2,02	-3,39	-1,67	-3,66	-1,40	-2,58
	court	-2,52	-2,87	-2,19	-3,11	-1,95	-3,52	-1,54	-3,82	-1,24	
6 6.7	long	-1,72	-2,09	-1,36	-2,38	-1,10	-2,79	-0,66	-3,12	-0,33	-1,72
	court	-0,53	-0,91	-0,15	-1,19	0,12	-1,65	0,59	-2,00	0,94	
7.8	long	4,97	4,63	5,31	4,39	5,55	3,98	5,96	3,67	6,27	4,91
	court	4,91	4,56	5,27	4,30	5,52	3,87	5,95	3,56	6,27	
8.1	long	-2,14	-2,44	-1,81	-2,66	-1,58	-3,04	-1,20	-3,33	-0,91	-2,15
	court	-2,21	-2,55	-1,87	-2,79	-1,63	-3,20	-1,22	-3,52	-0,91	

Tableau 4.

Σ Soutenu relaché par TRANSITION

Trans.		Moy	Int de confiance 50 %		75 %		95 %		99 %		Moy Géné
1-2	S	4,00	3,69	4,31	3,46	4,54	3,08	4,91	2,80	5,20	4,02
	R	4,03	3,69	4,38	3,45	4,62	3,03	5,04	2,72	5,35	
2.3	S	1,02	0,74	1,30	0,54	1,50	0,20	1,84	-0,06	2,09	1,64
	R	2,26	1,93	2,59	1,70	2,83	1,30	3,23	1,00	3,53	
3.4	S	2,97	2,68	3,26	2,48	3,47	2,13	3,47	1,87	4,08	2,61
	R	2,24	1,94	2,55	1,72	2,77	1,35	3,15	1,07	3,43	
4.5	S	[illegible]	0,09	0,65	-0,11	0,85	-0,45	1,19	-0,71	1,45	0,21
	R	0,06	-0,23	0,34	-0,44	0,55	-0,79	0,90	-1,05	1,16	
5.6	S	-2,71	-2,98	-2,44	-3,17	-2,25	-3,49	-1,92	-3,74	-1,68	-2,52
	R	-2,35	-2,71	-1,99	-2,96	-1,74	-3,40	-1,30	-3,72	-0,98	
6.7	S	-1,43	-1,80	-1,07	-2,06	-0,82	-2,50	-0,38	-2,83	-0,05	-1,13
	R	-0,82	-1,21	-0,43	-1,48	-0,16	-1,95	0,31	-2,30	0,66	
7.8	S	5,25	4,93	5,58	4,70	5,81	4,31	6,20	4,01	6,49	4,94
	R	4,62	4,26	5,00	4,00	5,26	3,55	5,70	3,22	6,04	
8.1	S	-2,01	-2,29	-1,72	-2,49	-1,52	-2,83	-1,18	-3,08	-0,93	-2,16
	R	-2,32	-2,69	-1,96	-2,95	-1,70	-3,40	-1,25	-3,73	-0,92	

Σ Qualité ordinaire par TRANSITION

Trans		Moy	Int. de confiance 50 %		75 %		95 %		99 %		Moy Géné
1.2	Qual	4,07	3,74	4,40	3,50	4,64	3,11	5,03	2,81	5,33	4,01
	Ord.	3,96	3,64	4,29	3,40	4,53	3,01	4,92	2,71	5,22	
2.3	Qual	1,97	1,67	2,28	1,45	2,50	1,07	2,87	0,79	3,15	1,64
	Ord	1,31	1,00	1,62	0,78	1,84	0,41	2,21	0,13	2,49	
3.4	Qual	2,45	2,16	2,75	1,94	2,97	1,58	3,33	1,31	3,60	2,61
	Ord	2,76	2,46	3,06	2,25	3,27	1,89	3,63	1,32	3,91	
4.5	Qual	0,28	0,01	0,55	-0,19	0,75	-0,52	1,08	-0,76	1,33	0,21
	Ord	0,14	-0,15	0,44	-0,37	0,65	-0,73	1,01	-1,00	1,28	
5.6	Qual	-2,40	-2,70	-2,09	-2,92	-1,88	-3,28	-1,51	-3,56	-1,23	-2,53
	Ord	-2,66	-2,99	-2,33	-3,23	-2,10	-3,62	-1,70	-3,92	-1,40	
6.7	Qual.	-1,19	-1,56	-0,82	-1,82	-0,56	-2,26	-0,12	-2,59	0,21	-1,13
	Ord.	-1,06	-1,45	-0,68	-1,73	-0,41	-2,19	0,05	-2,54	0,40	
7.8	Qual.	5,37	5,03	5,72	4,78	5,97	4,36	6,39	4,04	6,71	4,94
	Ord.	4,50	4,16	4,85	3,92	5,10	3,50	5,51	3,19	5,82	
8.1	Qual.	-1,93	-2,25	-1,62	-2,47	-1,39	-2,85	-1,01	-3,14	-0,73	-2,16
	Ord	-2,40	-2,74	-2,06	-2,98	-1,82	-3,39	-1,41	-3,70	-1,10	

Tableau 5

$\Sigma^{\text{Mono}}_{\text{Stéréo}}$ par Transition

Inf de confiance

Trans		Moy	50 %		75 %		95 %		99 %		Moy. Géné
1.2	M	5,51	5,17	5,85	4,92	6,10	4,51	6,51	4,20	6,82	4,02
	S	2,52	2,22	2,82	2,01	3,04	1,65	3,40	1,37	3,67	
2.3	M	0,33	0,01	0,64	-0,22	0,87	-0,60	1,25	-0,89	1,54	1,64
	S	2,95	2,67	3,24	2,46	3,45	2,12	3,79	1,85	4,06	
3.4	M	3,53	3,21	3,85	2,98	4,07	2,60	4,46	2,31	4,75	-0,78
	S	1,69	1,42	1,96	1,22	2,16	0,90	2,48	0,65	2,73	
4.5	M	-0,78	-1,06	-0,50	-1,26	-0,30	-1,60	0,04	-1,86	0,30	1,20
	S	1,20	0,92	1,49	0,72	1,69	0,38	2,03	0,12	2,29	
5.6	M	-1,84	-2,16	-1,63	-2,39	-1,31	-2,77	-1,31	-3,05	-0,64	-2,53
	S	-3,21	-3,53	-2,90	-3,75	-2,67	-3,75	-2,67	-4,42	-2,01	
6.7	M	-3,96	-4,31	-3,61	-4,56	-3,36	-4,98	-2,94	-5,29	-2,62	-1,13
	S	1,70	1,34	2,06	1,09	2,31	0,66	2,74	0,33	3,07	
7.8	M	6,93	6,55	7,31	6,28	7,58	5,82	8,04	5,47	8,39	4,94
	S	2,95	2,67	3,23	2,47	3,44	2,13	3,78	1,87	4,03	
8.1	M	-3,45	-3,78	-3,12	-4,01	-2,89	-4,41	-2,49	-4,70	-2,20	-2,17
	S	-0,88	-1,20	-0,56	-1,42	-0,34	-1,81	0,05	-2,09	0,33	

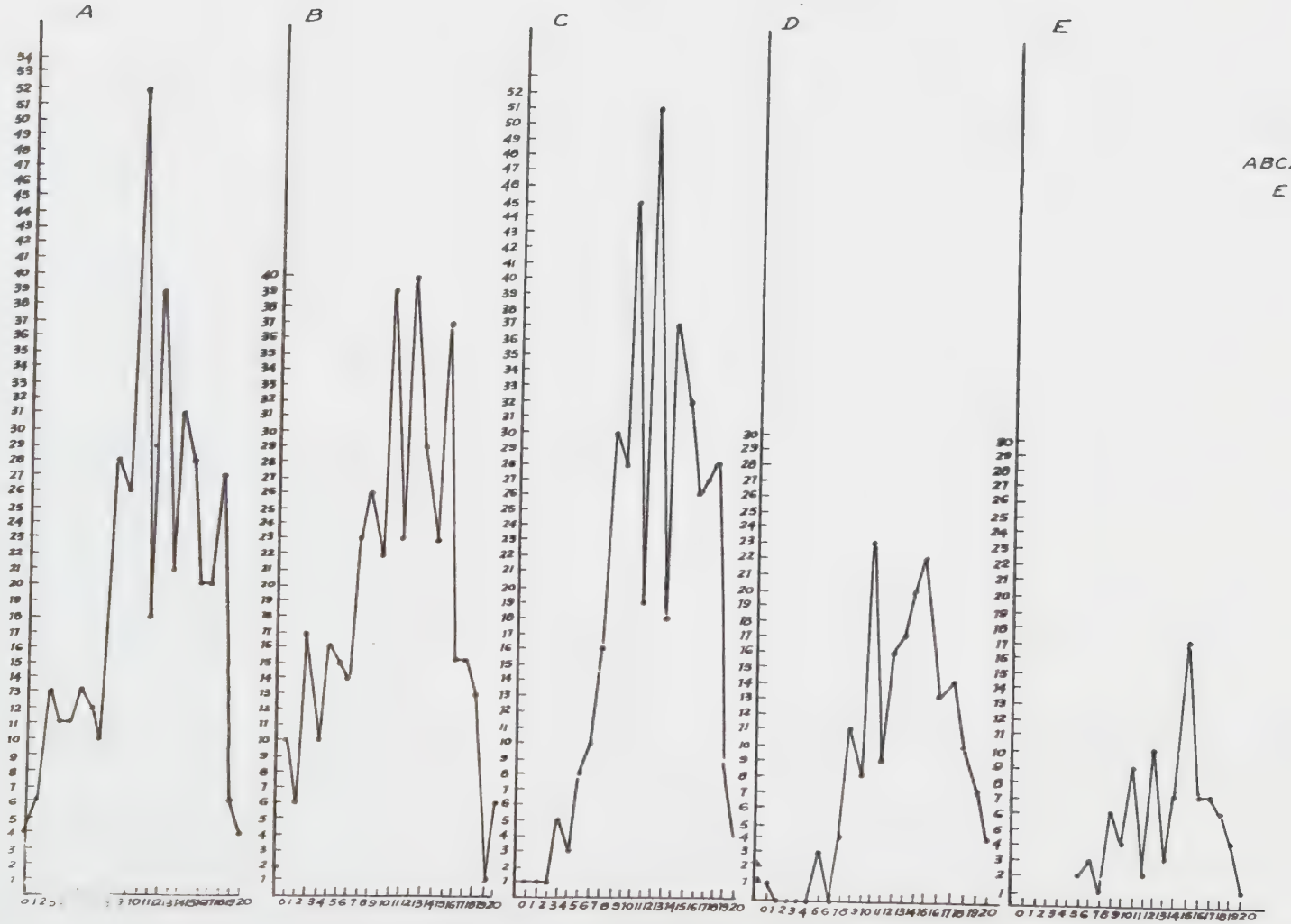
Influence de $\begin{matrix}A\\B\\C\end{matrix}$ par transition (fort.)

Inf de confiance

Trans		Moy	50 %		75 %		95 %		99 %		Moy Géné
1.2	A	3,47	2,99	3,94	2,65	4,28	2,08	4,85	1,65	5,28	3,52
	B	3,94	3,51	4,37	3,20	4,68	2,67	5,20	2,28	5,60	
	C	3,14	2,86	3,63	2,32	3,97	1,73	4,55	1,30	4,99	
2.3	A	1,80	1,21	2,00	0,92	2,28	0,45	2,76	0,09	3,12	2,07
	B	2,09	1,61	2,55	1,28	2,88	0,72	3,45	0,29	3,87	
	C	2,52	2,06	2,99	1,73	3,32	1,17	3,88	0,75	4,30	
3.4	A	2,91	2,51	3,31	2,22	3,60	1,74	4,09	1,37	4,45	3,02
	B	2,37	1,99	2,75	1,72	3,02	1,26	3,48	0,92	3,83	
	C	3,77	3,34	4,20	3,04	4,50	2,52	5,02	2,13	5,41	
4.5	A	2,00	1,61	2,39	1,33	2,67	0,87	3,13	0,51	3,49	0,52
	B	-0,17	-0,54	0,20	-0,81	0,47	-1,26	0,92	-1,60	1,26	
	C	-0,27	-0,71	0,18	-1,03	0,50	-1,57	1,04	-1,98	1,44	
5.6	A	-1,35	-1,80	-0,90	-2,12	-0,58	-2,66	-0,04	-3,07	0,37	-1,62
	B	-2,72	-3,11	-2,33	-3,40	-2,05	-3,87	-1,57	-4,23	-1,21	
	C	-0,78	-1,20	-0,36	-1,50	-0,05	-2,01	0,46	-2,40	0,84	
6.7	A	-0,30	-0,77	0,17	-1,10	0,51	-1,67	1,08	-2,10	1,51	-0,64
	B	-0,40	-0,96	0,16	-1,37	0,57	-2,05	1,25	-2,56	1,76	
	C	-1,20	-1,75	-0,64	-2,15	-0,25	-2,82	0,42	-3,32	0,93	
7.8	A	4,85	4,36	5,33	4,01	5,68	3,42	6,27	2,98	6,71	4,5.
	B	4,51	4,12	5,03	3,79	5,36	3,24	5,91	2,83	6,32	
	C	5,32	4,83	5,81	4,49	6,16	3,90	6,74	3,46	7,19	
8.1	A	-1,12	-1,56	-0,68	-1,87	-0,36	-2,40	0,17	-2,80	0,57	-1,60
	B	-1,78	-2,27	-1,30	-2,61	-0,96	-3,19	-0,38	-3,63	0,06	
	C	-1,90	-2,36	-1,44	-2,68	-1,12	-3,24	-0,56	-3,65	-0,15	

TABLEAU 6

Echelons de sensibilité (Mono)



ABCD Mono
E Stéréo

TABLEAU 7

Echelons de sensibilité (Stéréo)

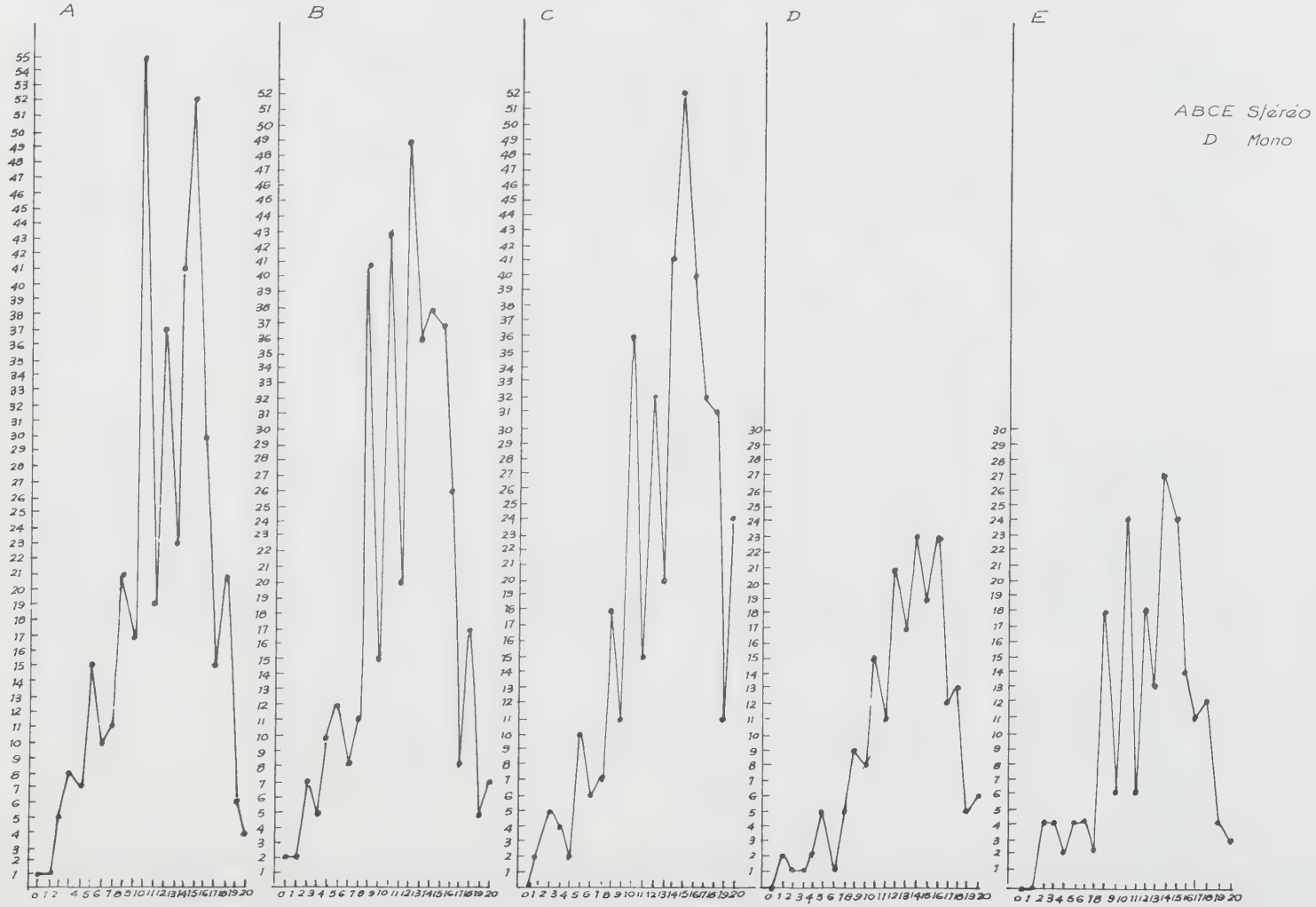


Tableau 8

1ère partie — Notion de niveau

A : studio A — B : salle d'écoute

les ▬ et ▬ sont au n niveau absolu — + + + oui — − − − non

	type de comparaison	Résultats (A_B) m_1 m_2 m_{1-2}	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	$t_{(1-2)A}$	Observations local	contexte	Remarques
1		1,3 / 1,6 — 1,1 / 1,5 — 0,2 / 0,1	0,9	0,34	1	0,65	0,7	0,08	0,4	− −	− −	influence local plus nette pour encadrement ▬
2		1,6 / 1,5 — 1,6 / 1 — 0 / 0,5	0,9	0,15	1,9	0,45	6,4	0,58	0,9	−	− −	
3		1,5 / 1,8 — 1 / 1,6 — 0,5 / 0,1	0,6	0,45	0,5	1,1	0,4	0,7	0,6	+	−	
4		0,5 / 1,8 — 1,3 / 1 — 0,7 / 0,9	0,7	1,45	0,9	1,4	3,8	0,4	2,2	−	+ +	influence ordre x contexte
5		0,8 / 1,3 — 0,8 / 2,1 — 0 / 0,7	0,5	1	1,2	2	1,2	1,4	0	+ +	− − −	influence local pour infl contexte
6		1,1 / 1,8 — 1,4 / 2,1 — 0,3 / 0,2	1,3	1,1	0,25	0,7	0,5	0,05	0,6	− −	− −	
7		2,2 / 1,8 — 1,6 / 0,7 — 1,6 / 1	1,2	0,3	0,9	1,4	1,8	0,6	1,8	−	+ +	Influence local, contexte si non encadré, plus que si encadré
8		2,4 / 3,2 — 1,7 / 1,8 — 0,7 / 1,5	0,75	0,7	1,1	0,03	1,6	1	1,1	+	+	
9		2,3 / 2,8 — 1,8 / 1,5 — 0,5 / 1,2	0,55	0,5	1,2	0,3	0,9	0,9	1,0	−	+	
10		2,5 / 3,6 — 0,8 / 1,8 — 1,7 / 1,7	0,5	1	0,8	1,7	0,18	0,07	6	− −	+ + +	Influence variable du contexte et du local très forte pour encadrement long
11		1,7 / 1,7 — 1,2 / 1,6 — 0,5 / 0,1	0,8	0,04	1,7	0,6	0,9	0,4	0,9	− − −	− −	
12		1,5 / 1,5 — 1,8 / 0,6 — 0,3 / 0,9	0,8	0	5,4	2,28	1,5	0,5	0,3	−	− −	
13		1,7 / 1,9 — 1 / 1 — 0,7 / 0,9	2,1	1,4	0,9	0	0,6	1,4	1,2	+ +	+	
14		2,5 / 2,4 — 1,2 / 2,1 — 1,3 / 0	0,4	0,1	0,6	0,8	0,6	1,4	3,2	+ +	+ + +	
15		1,1 / 1,8 — 0,8 / 1 — 0,3 / 0,8	0,7	0,7	1	0,4	0,8	0,5	0,5	− −	−	
16		1,8 / 2,8 — 1,5 / 1,2 — 0,3 / 1,6	1,5	2	1	0,6	1,1	2,5	0,9	+ +	−	Inf faible du local inf contexte forte pour c postérieur ou symétrique
17		2 / 2,8 — 0,5 / 1,5 — 1,5 / 1,3	0,7	0,8	0,7	1,7	0,5	0,2	2,3	−	+ +	
18		3,5 / 2,8 — 1,9 / 1 — 1,6 / 1,7	1	0,8	2,3	1	0,5	0,2	3,2	−	+ + +	
19		1,7 / 2,4 — 1,5 / 2 — 0,2 / 0,4	1,6	0,6	0,7	0,8	3,6	0,3	0,3	−	−	Inf. nulle du contexte montant par rapport au descendant sauf cas 10
20		1,6 / 1 — 0,4 / 1,1 — 1,2 / 0,1	2	0,9	0,7	1	1,7	0,9	1,1	+	+	
21		1 / 1,5 — 1,3 / 1,2 — 0,3 / 0,2	0,6	0,7	1,8	0,8	1,1	0,1	0,7	− −	− −	
22		1,4 / 1,2 — 1,4 / 1,6 — 0 / 0,4	1,5	0,2	0,4	0,2	3,7	0,7	0	− −	− −	
23		1,4 / 2,4 — 1,3 / 3 — 0,1 / 0,6	1	1,3	0,9	2,3	2	0,6	0,2	+	−	
24		1 / 1 — 0,9 / 1,4 — 0,1 / 0,4	1,2	0,8	2,1	0,9	0,5	0,5	0,6	−	−	
25		1,1 / 1,2 — 0,9 / 1,5 — 0,2 / 0,3	0,7	0,2	1,2	1,4	0,5	0,1	0,5	−	− −	Influence nulle du local, infl. faible contexte symétrique
26		1,7 / 0,7 — 1,9 / 2 — 0,2 / 1,3	2,5	0,8	0,7	0,1	1,8	0,8	0,2	−	−	
27		1,3 / 1,4 — 1,8 / 2 — 0,5 / 0,6	0,9	0,1	0,8	0,4	0,8	0,3	1,5	− −	+	
28		0,9 / 0,8 — 1,8 / 2,1 — 0,9 / 1,4	1,7	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	1,6	−	+ +	Infl. très nette contexte et du local surtout dar symétrique
29		1 / 1,6 — 2,4 / 3 — 1,4 / 1,4	1,3	1	0,7	0,7	0,9	0,1	3,1	−	+ +	
30		0,3 / 0,7 — 1,1 / 2 — 0,8 / 1,2	0,6	1,2	0,9	3	0,6	0,7	2,2	+ +	+ +	

Tableau 9

1ère partie — Notions de niveau

A : studio 114 — B : salle d'écoute

	type de comparaison	Résultats A B			1A 1B		2A 2B		(1-2) A (1-2) B		t	OBSERVATIONS		
		m_1 A / m_1 B	m_2 A / m_2 B	m_{1-2} A / m_{1-2} B	F	t	F	t	F	r	$t_{(1-2)B}$	local	contexte	Remarques
1		2 / 1,02	1 / 1,5	1 / 0,12	0	0,65	1,5	0,5	0,85	0,7	0,4	- -	- -	
2		3 / 1,5	2 / 1	1 / 0,5	2,82	0,9	1	0,9	3,4	0,6	2,3	-	+ +	Influence contexte arrière
3		2 / 1,75	1,5 / 1,6	0,5 / 0,1	1,4	0,3	1,4	0,1	0,6	0,5	0,3	- -	- -	
4		2 / 1,9	2,5 / 1	0,5 / 0,9	0	0,3	0,5	1,7	1,5	0,7	4,1	-	+ + +	Influence ordre
5		2 / 1,4	2 / 2,1	0 / 0,8	1,2	0,6	1,6	0,1	0	1,9	1,9	+	+	Infl plus grande
6		3,5 / 1,9	2,5 / 2,1	1 / 0,2	2,4	1,3	0,9	0,2	0	0,9	0,3	-	-	séq. courte avant
7		2,5 / 1,8	2 / 0,5	0,5 / 1	1,2	0,4	1,5	1	0,6	0,6	1,8	-	+ +	Infl contexte très importante, infl local très nette
8		2,5 / 3,2	2,5 / 1,8	0 / 1,5	1,4	0,2	1,1	0,2	0	3,9	3,3	+	+ + +	
9		3 / 2,8	2,8 / 1,5	0,2 / 1,2	0,8	1,3	1,2	1	0,3	1,4	2,2	+ +	+ + +	
10		2,5 / 3,6	2,5 / 1,9	0 / 1,8	1,0	0,6	2	0,5	0	1,6	1,7	+	+	Infl un peu > des longues séq. simples et moins grande des courtes séq. simples
11		2 / 1,7	1,7 / 1,6	0,3 / 0,1	0,9	0,2	2,3	0,1	0,3	0,2	0,2	- - -	- - -	
12		2 / 1,5	1,7 / 0,6	0,2 / 0,9	1,1	1,4	10,3	10,2	0,7	0,5	1,1	+	+	
13		2,2 / 1,9	2 / 1	0,3 / 0,9	0,9	0,4	1	0,8	0,2	0,5	0,7	+	-	
14		3 / 2,4	1,5 / 2,1	1,5 / 0,2	0,5	0,4	1,6	0,4	0,5	1,3	0,3	+	- -	
15		2 / 1,7	2 / 1	0 / 0,8	0,8	0,1	1,7	0,9	0	1	1	+	+	
16		2,5 / 2,7	1,5 / 1,1	1 / 1,6	4,3	0,2	2	0,3	0	1,9	3,5	+	+ + +	Infl très nettement plus importante que 10.15 (analogue à 7.9)
17		3 / 2,7	2,5 / 1,5	0,5 / 1,3	0,8	0,2	1,9	0,7	0,3	0,5	1	-	+ +	
18		2,5 / 2,7	2,2 / 1	0,2 / 1,7	1,4	0,2	3	0,9	0,2	1,7	2,1	+	+ + +	
19		2 / 2,4	1,7 / 2	0,2 / 0,4	1,1	0,3	1,6	0,2	0,7	0,3	1,8	-	+ +	Infl local nulle
20		2,5 / 1	1 / 1,1	1,5 / 0,1	2,1	1,6	1	0,1	0,5	0,4	0,2	-	- -	Infl contexte limitée aux cas 19 (≠ 21) et symétriques
21		2 / 1,5	1,5 / 1,3	0,5 / 0,2	1,1	0,4	3,3	0,2	0,8	0,3	0,5	- -	- -	
22		2 / 1,2	1,5 / 1,6	0,5 / 0,4	2,9	0,5	0,4	0,1	1,7	0,1	0,7	- -	-	
23		2,5 / 2,4	1,5 / 3	1 / 0,6	0,6	0,2	0,8	1,1	1,5	0,4	1,3	-	+ +	
24		1 / 1,6	1 / 4	0 / 0,4	1,7	0	3	0,4	0	0,8	1,1	- -	+ +	
25		2 / 1,2	2 / 1,5	0 / 0,2	1,1	0,7	2,5	0,7	0	0,4	0,8	-	-	Infl + grande sequence arrière et symétrique
26		2,5 / 0,7	2 / 2	0,5 / 1,2	3,7	0,9	0,8	0	1,4	0,5	1,8	- -	+ +	
27		2 / 1,4	2 / 2	0 / 0,6	1,9	0,6	1,7	0	0	1,9	1,8	+	+	
28		1,5 / 0,7	1,7 / 2,1	0,2 / 1,4	2,2	0,6	0,9	0,2	0,1	0,9	1,4	-	+ + +	Infl plus grande séquence arrière et symétrique
29		3,2 / 1,6	2,2 / 3	1 / 1,4	3,3	1,2	0,6	0,6	1,2	0,3	2,7	- -	+ + +	
30		1,5 / 0,7	2,5 / 2	1 / 1,2	0,8	1	0,7	1,6	0	0,6	3,9	-	+ + +	

1ère partie

Tableau 10

Notions de niveau

A : studio A B : studio 114

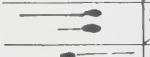
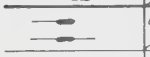
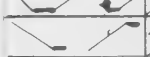
	Type de comparaison	Resultats A / B m_1 A / m_1 B ; m_2 A / m_2 B ; m_{1-2} A / m_{1-2} B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	(1-2)B t	OBSERVATIONS local	OBSERVATIONS contexte	Remarques
1		1,3 / 2 ; 1,1 / 1 ; 0,2 / 1	1,2	1,4	0,7	0,1	0,9	0,7	;	−	+	Difference avant arriere
2		1,6 / 3 ; 1,6 / 2 ; 0 / 1	0,3	0,9	1,8	0,2	1,8	0,6	1	− −	+	
3		1,5 / 1 ; 1 / 1,5 ; 0,5 / 0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,7	0	1	− − −	+	
4		0,6 / 2 ; 1,3 / 2,5 ; 0,7 / 0,5	0,9	3,7	1,7	1,5	2,5	0,2	1	+ +	+	Infl ordre contexte
5		0,8 / 2 ; 0,8 / 2 ; 0 / 0	0,4	1,5	0,7	1,2	1,2	0	0	+ +	− − −	
6		1,1 / 3,5 ; 1,4 / 2,5 ; 0,3 / 1	0,5	1,8	0,3	1	1	1,7	4	+ +	+ +	Influance nette dans ce cas
7		2,2 / 2,5 ; 1,6 / 2 ; 0,6 / 0,5	1	0,2	0,7	0,4	2,9	0,1	1	− − −	+	Difference due á l'ordre
8		2,4 / 2,5 ; 1,7 / 2,5 ; 0,7 / 0	0,5	0,1	1,1	0,4	1,5	1,1	4,2	− −	+ + +	
9		2,3 / 3 ; 1,8 / 2,8 ; 0,5 / 0,2	0,7	0,7	0,9	0,7	3	0,4	1,2	− −	+	
10		2,5 / 2,5 ; 0,8 / 2,5 ; 1,7 / 0	0,5	0	0,4	1,4	0,4	9,2	0	+ +	− −	Influence encadrement
11		1,7 / 2 ; 1,2 / 1,7 ; 0,5 / 0,2	0,9	0,3	0,7	0,4	3,6	0,3	1,2	− − −	+	Influence longueur des séquences
12		1,5 / 2 ; 1,8 / 1,7 ; 0,3 / 0,2	0,7	0,5	0,5	0	1,8	0	0,2	− − −	− −	
13		1,7 / 2,2 ; 1 / 2 ; 0,7 / 0,2	2,3	0,4	0,9	0,9	3,6	0,6	0,8	− −	−	
14		2,5 / 3 ; 1,2 / 1,5 ; 1,3 / 1,5	0,7	0,5	0,3	0,2	1,2	0,3	3,1	− − −	+ + +	
15		1,1 / 2 ; 0,8 / 2 ; 0,3 / 0	0,8	0,8	0,6	1,2	1,3	0,5	0	− −	− −	
16		1,8 / 2,5 ; 1,5 / 1,5 ; 0,3 / 1	0,4	0,6	0,4	0	0,8	2,1	4,2	+	+ +	Influence beaucoup plus nette que séq. droites (cf 7.8.9)
17		2 / 3 ; 0,5 / 2,5 ; 1,5 / 0,5	0,8	0,9	0,3	1,7	2	1,1	1	+ +	+	
18		3,5 / 2,5 ; 1,9 / 2,2 ; 1,6 / 0,2	0,6	0,7	0,8	0,2	2,2	1,3	1	+	+	
19		1,7 / 2 ; 1,5 / 1,7 ; 0,2 / 0,2	1,4	0,2	0,4	0,2	4,6	0,1	0,9	− − −	−	Influence du local nulle, grande différence contexte avant court ou long
20		1,6 / 2,5 ; 0,4 / 1 ; 1,2 / 1,5	0,9	0,5	0,7	0,6	3,2	0,2	2,1	− − −	+ + +	
21		1 / 2 ; 1,3 / 1,5 ; 0,3 / 0,5	0,5	1,1	0,5	0,1	1,9	0,1	0,8	− −	−	
22		1,4 / 2 ; 1,4 / 5 ; 0 / 0,5	0,5	0,3	0,9	0,2	0,6	0,3	0,3	− − −	−	
23		1,4 / 2,5 ; 1,3 / 1,5 ; 0,1 / 1	1,6	1,4	0,5	0,2	1,3	0,6	0,7	− −	−	
24		1 / 1 ; 0,9 / 1 ; 0,1 / 0	0,7	0	0,7	0,1	0,5	0,4	0	− − − −	− − −	
25		1,1 / 2 ; 0,9 / 2 ; 0,2 / 0	0,6	0,9	0,4	1,3	0,8	0,6	0	− −	− − −	Influences nulles
26		1,7 / 2,5 ; 1,9 / 2 ; 0,2 / 0,5	0,7	0,3	0,8	0,1	1,2	0,1	0,3	− − − −	− −	
27		1,3 / 2 ; 1,8 / 2 ; 0,5 / 0	0,4	0,8	0,4	0,2	2,6	0,5	0	− −	−	
28		0,9 / 1,5 ; 1,8 / 1,7 ; 0,9 / 0,2	0,6	0,4	0,8	0	3,1	1	0,8	−	− −	Infl. nette sur doubles montantes
29		1 / 3,8 ; 2,4 / 2,2 ; 1,4 / 1	0,4	1,9	1	0,2	0,9	0,3	0,6	+	−	
30		0,3 / 1,5 ; 1,1 / 2,5 ; 0,8 / 1	0,6	2,5	1,2	2	0,8	0,6	3,1	+ +	+ +	

Tableau 11

1ère partie — Notions de niveau

A fort — B. faible

	Type de comparaison	Résultats m_1A / m_2A / $m_{1-2}A$; m_1B / m_2B / $m_{1-2}B$	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	(1-2)A t	OBSERVATIONS Niveau	OBSERVATIONS Contexte	Remarques
1		1,9 / 1,2 ; 1,1 / 1,3 ; 0,8 / 0,1	1	1	1	0,4	1,4	0,9	1,1	−	+	Influence contexte long court
2		1,7 / 1,9 ; 0,8 / 2 ; 0,9 / 0,1	0,7	0,2	0,6	1,1	0,6	0,8	1,8	− −	+ +	
3		1,7 / 1,7 ; 1 / 1,6 ; 0,7 / 0,1	1	0,1	0,4	0,9	0,4	1,5	2,6	+	+ +	pas d'influence de l'onde
4		1,5 / 1,2 ; 1,7 / 1,2 ; 0,2 / 0	2	0,5	0,6	0,7	0,6	0,2	0,4	− −	−	
5		1 / 1,4 ; 0,9 / 2 ; 0,1 / 0,6	0,7	0,4	0,6	2,1	0,6	0,5	0,4	− −	−	trés peu infl.
6		1,4 / 2,1 ; 2,1 / 1,7 ; 0,7 / 0,5	0,7	0,9	1	0,4	1	0,3	1,8	− −	+	
7		2,7 / 1,6 ; 1,8 / 1 ; 0,9 / 0,6	1,5	1	0,7	1,4	2,3	0,3	0,9	−	−	peu infl. surtout pour avant
8		2,6 / 2,8 ; 1,9 / 1,8 ; 0,7 / 1	1,8	0,3	1,1	0	0,5	0,4	1,9	− − −	+	
9		2,9 / 3,3 ; 2,3 / 1,5 ; 0,6 / 0,8	1,1	0,7	0,7	0,9	1,9	0,3	1,3	− − −	+	
10		2,5 / 3,2 ; 1,2 / 1,7 ; 1,3 / 1,5	0,9	0,7	0,7	0,7	0,4	0,2	2,9	− −	+	peu influence sauf pour contexte double contraire
11		1,6 / 1,9 ; 1,2 / 1,7 ; 0,4 / 0,2	1	0,4	0,8	0,7	1,1	0,2	0,9	− −	−	
12		1,5 / 1,7 ; 1,3 / 1,6 ; 0,2 / 0,2	1,2	0,2	0,8	0,4	1,8	0	0,4	− − −	−	
13		1,9 / 1,8 ; 1,6 / 0,8 ; 0,3 / 1	1,8	0,1	1,1	1	1,3	0,1	0,4	− −	−	
14		3 / 3,2 ; 1,5 / 1,7 ; 1,5 / 0,5	1	0,8	1,8	0,2	0,7	1,6	3,1	+	+ + +	
15		1,5 / 1,5 ; 1 / 1,2 ; 0,5 / 0,3	0,6	0	0,4	0,3	0,8	0,2	1	− − −	+	
16		2,2 / 2,3 ; 1,6 / 1,2 ; 0,6 / 1,2	0,7	0,2	0,9	0,6	0,3	1,2	2,9	−	+ +	Influence beaucoup plus nette que contexte droit
17		2,5 / 2,4 ; 0,9 / 1,5 ; 1,6 / 0,9	0,7	0,1	0,5	0,8	0,4	0,7	3,2	− −	+ + +	
18		3,5 / 2,7 ; 1,9 / 1,4 ; 1,6 / 1,2	1,4	0,9	1,1	0,5	0,5	0,5	2,8	− −	+ + +	
19		2,3 / 1,7 ; 1,5 / 1,9 ; 0,8 / 0,2	1,9	0,6	1	0,7	2,7	1,1	1,7	−	+	Influence très faible pour contexte doubles contraires
20		1,6 / 1,5 ; 0,6 / 0,9 ; 1 / 0,6	1,6	0,1	1,4	0,4	2,5	0,4	0,8	− − −	+	
21		1,2 / 1,5 ; 1,2 / 1,4 ; 0 / 0,1	1	0,5	1	0,3	3,2	0,1	0	− − −	−	
22		1,4 / 1,5 ; 1,9 / 1,2 ; 0,5 / 0,3	1,2	0,1	1,5	1,2	1,3	0,2	0,7	−	−	
23		1,4 / 2,4 ; 1,9 / 2 ; 0,5 / 0,6	0,8	1,7	1,1	0,1	2,2	0,1	0,6	− − −	−	
24		1 / 1 ; 1 / 1,2 ; 0 / 0,2	1,1	0	1,4	0,3	0,3	0,4	0	− − − −	− − −	
25		1,4 / 1,2 ; 1 / 1,6 ; 0,4 / 0,3	1	0,2	0,7	1,2	1,3	0,1	0,7	− −	−	i plus faible contexte avant
26		1,8 / 1,2 ; 2,2 / 1,7 ; 0,4 / 0,5	1,3	0,4	1	0,6	0,4	0,1	1,8	− − −	+	
27		1,3 / 1,6 ; 1,7 / 2,1 ; 0,4 / 0,5	0,9	0,6	0,9	0,8	1	0,4	2,1	− −	+ +	Infl. tres nette durée du contexte arrière courbe
28		1 / 0,9 ; 1,9 / 1,9 ; 0,9 / 1	1,2	0,1	0,7	0	0,3	0,1	2,4	−	+ +	
29		1,1 / 2,1 ; 2,7 / 2,5 ; 1,6 / 0,4	0,6	1,2	1,1	0,2	1,1	1,4	2,3	+ +	+ +	
30		0,3 / 1 ; 1,3 / 2 ; 1 / 1	0,5	1,1	1,5	1,4	1,5	0	2,2	−	+ +	

Tableau 12

1ère partie

Notion de niveau

A : mono B stéréo

	Type de comparaison	Résultats A_B m_1^A / m_1^B m_2^A / m_2^B m_{1-2}^A / m_{1-2}^B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	$t_{(1-2)B}$	OBSERVATIONS relief	OBSERVATIONS contexte	Remarques
1		0,3 / 2 ; 0,7 / 1,4 ; 0,3 / 0,6	0,6	3,4	0,8	1,3	0,7	0,3	1	+	+	Différence avant arrière
2		0,7 / 2,1 ; 0,3 / 1,7 ; 0,4	0,3	1,7	0,5	1	0,3	0	0,9	−	−	
3		1,3 / 1,8 ; 0,6 / 1,6 ; 0,7 / 0,2	0,7	1	0,4	1,4	0,7	0,.	1,9	−	+	
4		1,3 / 1,3 ; 0,3 / 1,8 ; 1 / 0,5	0,4	0	0,5	1,7	0	1	5,3	+	+ +	Infl. ordre
5		0,5 / 1,5 ; 0,3 / 1,9 ; 0,2 / 0,4	0,5	2	0,6	3,1	1	0,4	1,6	+ +	+	peu d'influence
6		0,8 / 2,2 ; 0,7 / 2,5 ; 0,2 / 0,1	0,1	2,2	0,1	2,6	0,1	0,1	1,3	+	+	
7		0,7 / 2,6 ; 1,3 / 1,4 ; 0,7 / 1,2	0,4	2,2	1,6	0	0,5	0,8	1,5	−	+	influence > contexte arrière
8		1,7 / 3,1 ; 0,3 / 2,4 ; 1,3 / 0,7	0,4	2,2	0,3	2,4	0,4	1	4,1	+ +	+ + +	
9		1,5 / 3 ; 0,7 / 2,3 ; 0,8 / 0,7	0,4	2,6	0,4	2,4	0,2	0,3	3,7	+	+ +	
10		1,7 / 3,4 ; 0,3 / 1,9 ; 1,3 / 1,4	0,3	< 2	0,5	2,8	0,3	0,1	3,9	+	+ +	Influence supérieure dans le cas du contexte double long
11		1 / 2,2 ; 0,3 / 1,9 ; 0,7 / 0,2	0,1	2,3	0,6	2	0,4	0,7	0,4	+	− −	
12		1,8 / 1,5 ; 0,5 / 1,7 ; 1,3 / 0,2	0,6	0,5	0,3	1,9	0,5	1,5	0,5	+	− −	
13		0,7 / 2,3 ; 0,2 / 1,6 ; 0,5 / 0,7	0,6	1,7	0,2	2,7	0,5	0,3	1,1	+ −	+	
14		1,5 / 2,9 ; 1,2 / 1,7 ; 0,3 / 1,2	0,3	1,9	0,6	0,8	0,4	1,4	2,9	+ +	+ +	
15		0,7 / 1,8 ; 0,5 / 1,3 ; 0,2 / 0,5	0,4	1,7	0,9	1,3	0,5	0,4	1,1	+	+	
16		2 / 2,4 ; 0,7 / 1,6 ; 1,3 / 0,7	0,9	0,5	0,5	1,6	0,6	1,1	2,4	+	+ +	Influence supérieure contexte droit
17		1 / 3 ; 0,8 / 1,4 ; 0,2 / 1,6	0	4,6	1,1	0,6	0,7	1,3	2,9	+ +	+ +	
18		2,3 / 3,3 ; 0,7 / 2 ; 1,7 / 1,3	0,3	1,3	0,3	1,7	0,4	0,5	2,8	+	+ +	
19		1,2 / 2,3 ; 1,3 / 1,9 ; 0,2 / 0,4	0,6	1,3	0,5	1	0,6	0,4	1	+	+	↓ très faible sauf pour contexte seq. courtes
20		0,7 / 1,9 ; 0,2 / 1 ; 0,5 / 0,9	0,3	1,6	0,1	1,3	0,2	0,4	1,2	+	+	
21		0,7 / 1,6 ; 0,2 / 1,7 ; 0,5 / 0,1	0,5	1,7	0,3	3,9	0,7	0,6	0,4	+ +	− −	
22		0,6 / 1,7 ; 1 / 1,7 ; 0,3 / 0,1	0,3	1,5	0,4	1,2	0,5	0,3	0,1	−	− − −	
23		1,5 / 2,1 ; 1 / 2,3 ; 0,5 / 0,2	0,4	1	0,7	1,6	0,5	0,4	0,3	−	− −	
24		0,3 / 1,2 ; 0,3 / 1,4 ; 0 / 0,1	0,6	1,9	0,7	2,3	0	0,4	0,9	+	− −	
25		0,5 / 1,6 ; 1,2 / 1,4 ; 0,7 / 0,2	0,5	2,2	0,8	0,4	1,1	0,5	0,9	+	−	↓ faible sauf pour seq. double
26		0,5 / 1,9 ; 1,2 / 2,2 ; 0,7 / 0,4	0,2	1,4	0,4	1,3	0,4	0,2	0,7	+	−	
27		0,7 / 1,7 ; 1,7 / 2,7 ; 1 / 0,2	0,4	3,2	0,3	0,9	0,9	2,2	1,5	+ +	+	
28		0,7 / 1,1 ; 0,5 / 2,4 ; 0,2 / 1,4	0,4	0,6	0,3	2,9	0,6	1,3	2,1	+	+ +	↓ très > pour contexte double
29		0,5 / 2,1 ; 1,3 / 3,1 ; 0,8 / 1	0,3	2,5	0,5	3,1	0,6	0,2	2,1	+ +	+ +	
30		0,2 / 0,9 ; 1,2 / 1,9 ; 1 / 1	0,3	1,9	0,9	1,3	1,2	0	4,3	+	+ + +	

Tableau 13

2ème partie — Notion de variation de niveau

A : studio — B : salle d'écoute

	Type de comparaison	Résultats m_1 A / m_1 B	m_2 A / m_2 B	m_{1-2} A / m_{1-2} B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t (1-2)A	Observations local	Observations contexte	Remarques
1		1,6 / 2	1,1 / 1,6	0,5 / 0,4	1,3	0,6	1	0,5	2,3	0,2	1	- - -	+	Influence très > du contexte arrière
2		2,2 / 1,1	2 / 1,1	1,7 / 0	1,1	1,8	1,1	2,3	0,5	3,7	6,1	+ + +	+ + + +	
3		1,7 / 2,1	0,5 / 1,6	1,2 / 0,5	0,4	0,5	0,3	2,1	0,7	1,4	4	+	+ +	
4		1,5 / 0,7	1,1 / 1,4	0,4 / 0,6	0,7	2	1,1	0,4	1,1	0,5	1,1	-	+	Influence ordre faible i . importante
5		1,1 / 1,5	1,2 / 1,6	0,1 / 0,1	1,1	0,9	0,5	0,4	0,5	0	0,3	- - -	- -	
6		1,2 / 1,6	2,7 / 3,2	1,5 / 1,6	0,8	0,5	1	0,3	0,9	0,1	1,8	- - -	+ +	
7		1,1 / 0,6	1,5 / 1,1	0,4 / 0,5	1,8	1,1	0,9	0,9	0,4	0,2	1,7	- - -	+	i > arrière et double
8		2,1 / 2,4	1,5 / 0,9	0,6 / 1,5	1,3	0,2	1,6	1,1	0,9	1	1,1	+	+	
9		1,6 / 1,9	1,1 / 0,6	0,5 / 1,2	1,2	0,5	3	0,7	4,5	1,4	0,8	+	-	
10		0,9 / 2	3,4 / 3	2,5 / 1	0,4	1	0,6	0,3	0,3	2	12	+ +	+ + + +	i > du contexte avant long
11		1,2 / 1	1 / 1,4	0,2 / 0,4	1	0,7	0,8	0,5	0,2	0,2	2	- -	+	
12		2,2 / 2	1 / 1,1	1,2 / 0,9	0,6	0,5	1,3	0,2	1,1	0,6	2,9	- -	+ +	
13		1,2 / 1	1 / 1,5	0,2 / 0,5	1,3	0,6	0,3	1	0,8	0,4	0,6	- -	-	
14		2,4 / 1,5	1,2 / 1,7	1,1 / 0,2	0,7	1,4	0,5	1	2,3	1,5	1,9	+	+ +	
15		1 / 1.	1,1 / 0,7	0,1 / 0,2	0,8	0	4,8	0,7	5,3	0,2	0,3	- - -	-	
16		0,9 / 1,1	1,5 / 1	0,6 / 0,1	1	0,6	0,7	1	1,8	0,8	1,1	- -	+	i très supérieure durée contexte arrière
17		2,2 / 2	0,2 / 1,9	2 / 0,1	2	0,3	0,6	3,4	1,6	2,4	2,8	+ +	+ + +	
18		1,5 / 1,4	1,7 / 1	0,2 / 0,4	0,5	0,2	1	2	0,8	0,2	0,7	- -	-	
19		1,5 / 1,6	3 / 1,7	1,5 / 0,1	1	0,1	0,9	1,9	3	0,4	1,8	- -	+ +	i très importante des contextes opposés s'il sont simples
20		1,7 / 1,4	2,9 / 1,2	1,1 / 0,1	1,8	1,3	2,3	1,1	1,6	0,6	1,1	-	+ +	
21		2,2 / 2	1,1 / 1	1,1 / 1	0,8	0,2	1	0,3	0,4	0,1	3,1	- - -	+ + +	
22		2,4 / 2	1 / 1,1	1,4 / 0,9	3,3	0,6	2,2	0,2	2,9	0,6	1,8	- -	+	
23		1 / 1,4	1,9 / 2,2	0,9 / 0,9	2,3	0,7	0,8	0,5	1,5	0	1,6	- - - -	+	
24		1,4 / 1,5	1,7 / 1,2	0,4 / 0,2	0,8	0,3	1,3	0,5	1,4	0,2	0,5	- - -	- -	
25		1 / 0,5	2,1 / 1,2	1,1 / 0,7	1,4	1	2,8	1,3	3,3	0,5	1,2	- -	+ +	i nulle contexte double long ou court
26		1,4 / 1	1,7 / 2	0,4 / 1	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5	3,9	1,8	+	+	
27		1,1 / 1,5	1,1 / 1,9	0 / 0,4	1,7	0,7	0,6	1,3	1	0,7	0	- -	- - - -	
28		1,5 / 1	0,9 / 1,2	0,6 / 0,2	0,6	2,5	1,2	1	0,9	2,6	3,1	+ +	+ + +	i ~ 0 du contexte double i > contexte avant
29		1,5 / 1,5	1 / 2,8	0,5 / 1,2	1	0	0,8	2,8	1,3	1	0,9	+ +	- -	
30		1,9 / 1,4	2,1 / 1,5	0,2 / 0,1	0,5	0,8	2,9	0,8	1	0,1	0,4	- - -	- - -	

2ème partie

Tableau 14

Notion de variation de niveau

A : studio 114 B : salle d'écoute

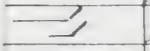
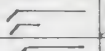
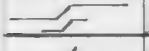
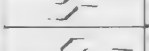
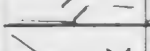
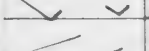
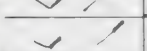
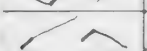
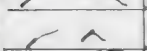
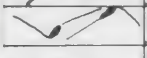
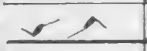
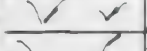
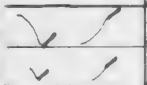
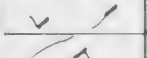
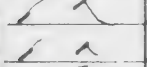
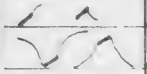
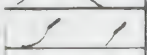
	type de comparaison	Résultats A_B m_1 m_2 m_{1-2}	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t (1-2)B	OBSERVATIONS local	OBSERVATIONS contexte	Remarques
1		2 2 / 1,5 1,6 / 0,5 0,4	1,1	0	0,5	0,1	1,6	0,2	1,8	– –	+ +	
2		1,5 1,2 / 0,7 1,2 / 0,7 0	0,8	0,4	0,7	1,3	1,5	1	0	+	– – –	inf. ordre
3		2 2 / 1,5 1,6 / 0,5 0,5	1	0,1	0,6	0,1	2,6	0	1,2	– –	+	
4		0,7 1,4 / 0 0,6	0,1	1,2	0,1	1,2	0,1	3,1	3	+ +	+ +	inf. ordre
5		1,5 1,6 / 0 0,1	0	2,1	0,8	0,4	0,6	0,1	0,1	– – –	– – –	↓ contexte double
6		0,5 1,6 / 1,5 3,2 / 1 1,6	0,6	1,4	0,3	1,4	0	0,8	1,8	–	+ + +	
7		0,7 0,6 / 2 1,1 / 1,2 0,5	2,2	0,2	2,2	1	0,3	1,2	1,1	+ +	+	↓ avant moins grande que contexte double
8		2,2 2,4 / 1 0,9 / 1,2 1,5	0,9	0,1	2,2	0,1	0,3	0,3	1,8	– –	+ +	
9		1,5 1,3 / 1,5 0,6 / 0 1,2	1,1	0,6	4,5	0,8	5,2	1,7	10	+ + +	+ + + +	
10		2,2 2 / 3 / 1,2 1	0,6	0,6	0,2	0,8	1,6	0,2	2	– – –	+ +	↓ local peu nette ou nulle ↓ contexte nette
11		1,2 1 / 1,5 1,4 / 0,2 0,4	1,1	0,5	0,6	0,2	0,3	0,2	1,7	– – –	+	
12		2 2 / 0,7 1,1 / 1,2 0,9	1,7	0	0,4	0,7	1,2	0,5	2	– –	+	
13		1 / 1,5 1,4 / 0,5 0,4	0,1	0	0,5	0,1	0,6	0,2	1,8	– – –	+ +	
14		1,5 1,5 / 1,5 1,7 / 0 0,2	0,7	0	0,7	0,3	2,8	0,1	1	– – –	+	
15		0,5 1 / 0,5 0,6 / 0 0,4	0,7	1,7	1,5	0,2	0,1	1,9	1,7	+	+ +	
16		1,5 1,1 / 1,5 1 / 0 0,1	1,1	0,6	0,8	0,8	0,1	0,4	2,4	– – –	+ +	infl contexte courbe < a contexte droit
17		2 2 / 1 1,9 / 1 0,1	0,1	0	0,1	0,9	0,1	0,3	2	– – –	–	
18		1,2 1,4 / 0,5 1 / 0,7 0,4	0,3	0,2	0,7	1,7	0,9	0,4	0,7	–	– –	
19		2,5 1,6 / 1 1,7 / 1,5 0,1	0,5	1	0,1	1,8	1,1	2,4	0,4	+ + +	– –	
20		1 1,4 / 1,5 1,2 / 0,5 0,1	0,1	1,9	1,7	0,2	1,3	0,2	1	– –	–	Infl. contexte symétrique court
21		2,5 2 / 2 1 / 0,5 1	0,4	0,5	2,8	0,8	1,3	0,3	1	– –	+	
22		1 2 / 2,2 1 / 1,2 1	3,4	1,3	0,4	2,4	1,5	0,3	1,8	– –	+ +	
23		1,2 1,4 / 2 2,2 / 0,7 0,9	0,7	0,1	1,1	0,2	0,4	0,2	2	– –	+ +	
24		1,5 1,5 / 0 1,1 / 1,5 0,4	1,2	0	0	1,8	0,7	1,6	1,8	+ +	+ +	
25		1 0,5 / 1 1,25 / 0 0,7	0,1	2	0,1	1,4	0,1	3,5	2,9	+ + +	+ +	↓ très nette surtout pour C avant
26		1,5 1 / 1,5 2 / 0 1	0,8	0,8	2,6	0,4	2,8	0,8	4,8	– –	+ + + +	
27		1 1,5 / 0,5 1,9 / 0,5 0,4	2,4	0,6	0,7	1,6	2,8	0,1	1,8	– – –	+	
28		0,5 0,9 / 1,5 1,2 / 1 0,4	3	0,9	1,4	0,5	3	0,8	2,6	– –	+ +	↓ plus nette c. arrière
29		1 1,5 / 1 2,7 / 0 1,2	1,4	0,5	0,1	4,2	1,4	0,6	2,7	– –	+ +	
30		0,7 1,4 / 1 1,5 / 0,2 0,1	0,3	1	2,4	0,6	0,9	0,1	0,4	– – –	– –	

Tableau 15

Notion de variation de niveau

2ème partie — A : studio A — B : studio 114

	type de comparaison	Résultats A / B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t (1-2)B	OBSERVATIONS local	OBSERVATIONS contexte	Remarques
		m_1 A / m_1 B ; m_2 A / m_2 B ; m_{1-2} A / m_{1-2} B										
1		1,6 / 2 ; 1,1 / 1,5 ; 0,5 / 0,5	0,8	0,3	1,8	0,4	1,5	0	1,4	– – –	+	
2		2,2 / 1,5 ; 0,5 / 0,7 ; 1,7 / 0,7	1,3	1	1,6	0,6	0,4	1,5	0,8	+ +	–	infl ordre
3		1,7 / 2 ; 0,5 / 1,5 ; 1,2 / 0,5	0,4	0,3	0,5	1,8	0,3	0,6	0,3	–	–	
4		1,5 / 1 ; 1,1 / 1 ; 0,4 / 0	0,6	2	0,9	0,3	0,9	0,9	0	– –	– – –	peu d'infl ordre
5		1,1 / 1 ; 1,2 / 1 ; 0,1 / 0	0,6	0,4	0,7	0,2	1	0,3	0	– – –	– – –	Infl contexte long
6		1,0 / 0,7 ; 2,3 / 1,5 ; 1,5 / 1	1,3	1,0	3,1	1,0	1,7	0,7	3	–	+ +	
7		1,1 / 0,7 ; 1,5 / 2 ; 0,4 / 1,2	0,8	0,4	0,4	0,6	1,3	2,5	4	+ +	+ +	i avant > à influence contexte double
8		2,1 / 2,2 ; 1,5 / 1 ; 0,6 / 1,2	1,3	0,1	0,7	0,5	3,4	0,9	2,6	– –	+ +	
9		1,5 / 1,5 ; 1,1 / 1,5 ; 0,4 / 0	1,4	0	0,6	0,2	0,9	0,3	0	– – –	– – –	
10		0,9 / 1 ; 3,4 / 2,2 ; 2,5 / 1,2	0,7	0,1	3,1	1,8	0,2	1,3	0,9	+ +	–	très peu d'influence sensible
11		1,2 / 1,2 ; 1 / 1,5 ; 0,2 / 0,2	0,9	0	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	– – –	–	
12		2,2 / 2 ; 1 / 0,7 ; 1,2 / 1,2	0,3	0,3	3,2	0,4	0,9	0	1,2	– – –	+	
13		1,2 / 1 ; 0,9 / 1,5 ; 0,4 / 0,5	1,3	0,5	0,8	1,1	1	0,2	0,8	– – –	–	
14		2,4 / 1,5 ; 1,2 / 1,5 ; 1,1 / 0	1	1,4	0,7	0,5	0,8	0	0	– –	– – –	
15		1 / 0,5 ; 1 / 0,5 ; 0 / 0	1,1	0,8	2	0,7	1,4	0	0	– –	– – –	infl > du contexte arriere
16		0,9 / 1,5 ; 1,5 / 1,5 ; 0,6 / 0	0,8	1,1	0,8	0	1,1	1,3	0	+	– – –	
17		2,2 / 2 ; 0,2 / 1 ; 2 / 1	1,7	0,3	0,5	3,5	1,4	1,6	3	+ +	+ + +	
18		1,5 / 1,2 ; 1,7 / 0,5 ; 0,2 / 0,7	1,6	0,6	1,4	1,6	0,8	0,6	0,6	– –	–	
19		1,5 / 2,5 ; 3 / 1 ; 1,5 / 1,5	1,8	1,2	0,9	5,2	2,6	0	2,1	+ +	+ +	Influence > du contexte court puis du contexte avant
20		1,6 / 1 ; 2,9 / 1,5 ; 1,2 / 0,5	1,1	1,3	1,4	0,6	1,2	0,4	0,2	–	– –	
21		2,2 / 2,5 ; 1,1 / 2 ; 1,1 / 0,5	1,8	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	– –	– –	
22		2,4 / 1 ; 1 / 2,2 ; 1,4 / 1,2	0,9	1,1	2,7	2,1	1,7	0,1	1,3	+	+ +	
23		1 / 1,2 ; 1,9 / 2 ; 0,9 / 0,7	1	0,3	0,7	0,1	3,6	0,2	2,1	– – –	+ +	
24		1,4 / 1,5 ; 1,7 / 0 ; 0,4 / 1,5	0,6	0,2	1,7	2,4	1,7	1,3	2,2	+ +	+ + +	
25		1 / 1 ; 2,1 / 1 ; 1,1 / 0	0,8	0	1,4	1,8	1,6	1,6	0	+ + +	– – –	i ≃ 0 pour c droit
26		1,4 / 1,5 ; 1,7 / 1,5 ; 0,4 / 0	1,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0	– –	– – –	
27		1,1 / 1 ; 1,1 / 0,5 ; 0 / 0,5	0,7	0,1	0,9	1	0,4	0,4	0,2	– –	– – –	
28		1,5 / 0,5 ; 0,9 / 1,5 ; 0,6 / 1	0,8	1,8	0,8	1,1	0,3	0,5	0,7	+	–	i nulle c courbe
29		1,5 / 1 ; 1 / 1 ; 0,5 / 0	0,7	0,5	0,8	0	0,9	0,5	0	–	– – –	
30		1,9 / 0,7 ; 2,1 / 1 ; 0,2 / 0,2	1,7	2,6	1,2	0,7	1,1	0	0,3	+	– – –	

Tableau 16

Notion de variation de niveau

2ème partie — A : fort — B : faible

	type de comparaison	Résultats A / B	1A / 1B		2A / 2B		(1-2) A / (1-2) B		t	OBSERVATIONS		
		m_1 A / m_1 B ; m_2 A / m_2 B ; m_{1-2} A / m_{1-2} B	F	t	F	t	F	t	(1-2)A	local	contexte	Remarques
1		1,4 / 2,3 ; 1,3 / 1,5 ; 0,1 / 0,8	2,5	1,8	1,4	0,4	0,7	1,7	0,5	+ +	− −	i ordre
2		2 / 1,4 ; 1 / 0,7 ; 1 / 0,7	0,6	1	1,5	0,8	0,8	0,4	2,2	−	+ +	
3		2,1 / 1,8 ; 1,4 / 0,9 ; 0,7 / 0,9	1	0,4	1,4	0,9	0,9	0,3	1,8	− −	+	
4		1 / 1,2 ; 1,4 / 1 ; 0,4 / 0,2	0	0,7	2,9	0,9	1,5	0,4	1,1	− −	+	i ordre
5		1,4 / 1,1 ; 0,9 / 1,8 ; 0,5 / 0,7	1,3	0,7	0,7	1,1	0,2	0,3	2,2	− −	+ +	i > de ce contexte
6		1,3 / 1,2 ; 2,6 / 2,8 ; 1,3 / 1,6	4,8	0,2	0,8	0,1	0,8	0,3	2,2	− − −	+ +	
7		0,6 / 1,1 ; 1,4 / 1,5 ; 0,8 / 0,4	0,8	1,1	0,5	0,3	1,5	0,6	1,7	− −	+	i très > du carrière et du c. double
8		2,5 / 2 ; 0,6 / 1,7 ; 1,9 / 0,3	1,8	0,7	6,3	3,4	0,9	2	3,6	+ + +	+ +	
9		1,3 / 2,1 ; 0,5 / 1,5 ; 0,8 / 0,6	6,7	3,7	0,5	1,5	0,1	0,4	1,2	+	+ + + +	
10		2 / 0,7 ; 3 / 3 ; 1 / 2,3	1,9	1,4	3,1	0	0,4	1,1	1,9	+ +	+	i relativement faible
11		1,1 / 1,3 ; 1,2 / 1,3 ; 0,1 / 0	0,8	0,5	1,2	0,2	1,6	0,2	0,3	− − −	− − −	
12		2 / 2,2 ; 1,1 / 0,9 ; 0,9 / 1,3	0,8	0,4	1	0,4	1,5	0,7	1,8	−	+	
13		0,8 / 1,4 ; 1,2 / 1,4 ; 0,4 / 0	1,6	2,7	2,5	0,4	1	0,7	1,1	−	+	
14		1,7 / 2 ; 1,8 / 2 ; 0,1 / 0,8	0,8	0,5	1,9	1,5	0,5	1,1	0,4	+	− −	
15		0,9 / 1 ; 0,7 / 1,1 ; 0,2 / 0,1	0,7	0,4	0,2	0,9	0,5	0,2	1	− − −	+	
16		1 / 1,2 ; 1 / 1,6 ; 0 / 0,4	0,4	0,5	0	2,2	0,3	0,8	0	− −	− − −	i faible < au C droit
17		2,2 / 2 ; 1,3 / 0,8 ; 0,9 / 1,2	2	0,3	1,3	0,8	0,7	0,3	1,8	− −	+	
18		1,6 / 1,2 ; 1,3 / 1,1 ; 0,3 / 0,1	1,5	0,9	0,4	0,4	1,1	0,3	0,7	− −	− −	
19		1,9 / 1,6 ; 2,5 / 1,7 ; 0,6 / 0,1	1,6	0,4	1	1,1	1,5	0,5	0,6	− −	− −	i très > du contexte arrière
20		1,1 / 1,8 ; 2 / 1,8 ; 1 / 0	1	2	1,6	0,2	1,2	0,8	0,9	−	−	
21		2,6 / 1,8 ; 0,8 / 1,7 ; 1,8 / 0,1	1,1	1	0,6	1,3	0,8	2,9	3,2	+ + +	+ + +	
22		1,2 / 2,7 ; 0,9 / 1,7 ; 0,3 / 1	0,9	3	0,6	1,3	0,7	0,7	0,4	−	− −	
23		1,3 / 1,1 ; 2,2 / 1,9 ; 0,9 / 0,8	1,8	0,4	0,9	0,4	1,3	0,2	1,8	− − −	+	
24		1 / 1,9 ; 0,3 / 2,2 ; 0,7 / 0,3	0	1,3	0,1	4,1	0,1	0,8	3,2	− −	+	
25		0,8 / 0,8 ; 1,2 / 1,9 ; 0,4 / 1,1	1,9	0	0,3	1,2	0,5	1,1	1,2	+	+	i < C inversé (7.9)
26		1,5 / 1 ; 1,4 / 2,2 ; 0,1 / 1,2	1,2	1	2,6	1,6	1,4	1,7	0,2	+ +	− − −	
27		1,3 / 1,3 ; 1,6 / 1 ; 0,3 / 0,3	1,4	0	0,9	1	0,7	0	0,9	− − −	− −	
28		1 / 1,3 ; 0,8 / 1,5 ; 0,2 / 0,2	0	1,4	0,9	2,4	0,4	0	0,9	− − −	− −	i très fait du C sym.
29		1,2 / 1,6 ; 1,8 / 1,6 ; 0,6 / 0	1,2	0,6	0,5	0,3	0,3	0,5	1,9	− −	+ +	
30		1,5 / 1,4 ; 1,5 / 1,8 ; 0 / 0,4	0,6	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0	− −	− − −	

Tableau 17

Notions de variation de niveau

A : mono B : stéréo

2ème partie (tous les 1 sont au même niveau)

	Type de comparaison	Résultats m_1 m_2 m_{1-2} A / B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t (1-2)B	OBSERVATIONS Relief	OBSERVATIONS contexte	Remarques
1		1,2 / 2,2 — 0,4 / 2,1 — 0,9 / 0,2	1,2	1,9	1,1	3,7	1,6	1,6	0,6	+ + +	− −	
2		1,4 / 1,9 — 0,7 / 0,9 — 0,6 / 1	0,7	0,9	0,4	0,4	1	0,5	2,4	−	+	i ordre
3		1,2 / 2,4 — 0,6 / 1,5 — 0,6 / 0,9	0,6	2,2	0,4	1,9	0,7	0,4	2,8	− −	+	
4		1 / 1,2 — 1 / 1,3 — 0 / 0,2	2	0,4	1,7	0,7	1,1	0,3	0,6	− − −	− −	pas i ordre
5		1,2 / 1,2 — 0,4 / 2 — 0,9 / 0,7	0,8	0	0,3	2,9	0,6	0,2	1,2	−	+	i lég seq. arrière
6		0,7 / 1,6 — 1,2 / 3,7 — 0,5 / 2,1	1	1,4	0,5	2,8	1,8	1,9	4,8	+ + +	+ + +	i très » c. double
7		0,6 / 1 — 0,9 / 1,8 — 0,2 / 0,8	0,5	0,9	0,3	3	0,8	1,2	2,4	+ +	+	i très nette mono stéréo
8		1,4 / 2,8 — 0,9 / 1,3 — 0,5 / 1,5	0,4	2,8	1,2	0,8	1,4	1,4	3,8	+ +	+ +	
9		1,2 / 1,9 — 0,1 / 1,6 — 1,1 / 0,3	1,9	1,4	0,2	3,2	0,8	1,3	0,8	+ +	−	
10		0,6 / 1,8 — 2,4 / 3,4 — 1,7 / 1,6	0,4	1,5	0,9	1,3	0,9	0,2	3,2	− −	+ +	
11		0,7 / 1,4 — 0,4 / 1,8 — 0,4 / 0,4	0,7	1,8	0,9	4,6	0,6	0,1	1,8	− − −	+	i faible sauf pour c. avant
12		1,7 / 2,3 — 0,5 / 1,3 — 1,2 / 1	0,6	1,4	1,6	1,6	1,1	0,4	2,9	− − −	+	
13		0,7 / 1,3 — 0,6 / 1,6 — 0,1 / 0,2	0,6	1,8	0,9	1,9	0,5	0,2	0,5	− − −	− −	
14		1,7 / 1,9 — 1 / 1,8 — 0,7 / 0,1	1	0,3	0,1	3,4	0,8	1	0,2	+	− − −	
15		0,7 / 1 — 0,4 / 1 — 0,4 / 0	0,8	0,7	0,4	1,3	0,4	0,7	0	− −	− − −	
16		1,1 / 1,1 — 1 / 1,5 — 0,1 / 0,4	0,3	0,1	1,5	1,1	1	0,5	1,2	− −	+	
17		1,2 / 2,7 — 0,9 / 1,2 — 0,4 / 1,5	1,1	2,5	1	0,4	0,9	1,5	1,4	+ +	+ + +	i c. arrière très »
18		0,9 / 1,7 — 1,1 / 1,2 — 0,2 / 0,5	0,3	2,7	0,6	0,2	0,6	0,4	1,3	− −	+	
19		1,5 / 1,9 — 1,9 / 2,2 — 0,4 / 0,3	0,8	0,6	0,4	0,6	0,3	0	0,3	− − −	− −	
20		1,4 / 1,4 — 0,5 / 2,9 — 0,9 / 1,5	2,2	0,1	0,2	2,7	0,5	0,6	1,8	− −	+ +	i > c arrière et double
21		1,1 / 2,9 — 0,7 / 1,6 — 0,4 / 1,3	0,9	3,1	0,3	1,4	0,7	1,3	2,2	+ +	+ +	
22		2,4 / 1,7 — 0,5 / 1,7 — 1,9 / 0,1	1,2	1	0,5	2,2	1,2	2,2	0,2	+ + +	− − −	
23		1,4 / 1,1 — 1,4 / 2,5 — 0 / 1,4	1	0,5	0,7	2	0,6	2,7	4,8	+ + +	+ + +	
24		1,4 / 1,5 — 1,2 / 1,1 — 0,1 / 0,4	0,8	0,4	0,9	0,2	0,7	0,4	1,2	− −	+	
25		0,5 / 1 — 1,4 / 1,7 — 0,9 / 0,7	0,9	1,3	0,6	0,5	0,4	0,3	1,1	− − −	+	i très faible
26		0,6 / 1,7 — 1,5 / 2 — 0,9 / 0,3	1,3	2,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,6	− −	−	
27		0,9 / 1,5 — 1 / 1,5 — 0,1 / 0	1	1,1	0,6	0,9	0,5	0,2	0	− − −	− − −	
28		1,1 / 1 — 0,9 / 1,3 — 0,2 / 0,3	1	0,2	1,2	1,3	0,6	0,1	0,8	− − −	− −	i nulle (≠ c. inverse)
29		1 / 1,7 — 1,2 / 2 — 0,2 / 0,3	1,2	1,1	0,7	1	1,4	0,1	0,6	− − −	− −	
30		1 / 1,7 — 1,2 / 1,9 — 0,2 / 0,2	1	1,4	0,4	1	0,7	0,1	0,3	− − −	− − −	

Tableau 18

3ème partie — Notions de niveau et de variation de niveau

A : studio A — B salle d'écoute

les maxis ou min. avaient la même valeur physique

	type de comparaison	Resultats A / B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2)A (1-2)B F	(1-2)A (1-2)B t	t (1-2)A	OBSERVATIONS local	OBSERVATIONS contexte	Remarques
		m_1 A / m_1 B ; m_2 A / m_2 B ; m_{1-2} A / m_{1-2} B										
1		2,1 / 3 ; 2 / 1,4 ; 1,1 / 1,6	0,3	0,1	2,4	0,7	0,7	0,4	1,3	-	+	
2		2,7 / 2,7 ; 1,1 / 1,1 ; 1,5 / 1,5	0,8	0	0,6	0	1,5	0	2,1	- - -	+ +	i très nette acuité du minimum
3		2,7 / 3,2 ; 2 / 0,9 ; 0,7 / 2,4	0,8	0,4	2,1	1,2	0,7	2,1	1,8	+ +	+	i durée très faible si
4		2,9 / 2,4 ; 2,5 / 1,2 ; 0,4 / 1,1	0,7	0,7	2,3	1,7	0,7	1	1,1	+ +	+	min. pointu
5		3,2 / 2,1 ; 3,9 / 1,7 ; 0,6 / 0,4	0,6	1,9	0,9	1,5	1,2	0,2	0,9	- -	-	
6		1,2 / 1,6 ; 1,7 / 1,6 ; 0,5 / 0	2	0,7	0,7	0,2	0,4	0,7	1,8	- -	+	i durée très < pour les max.
7		2,2 / 1,7 ; 2,5 / 1,9 ; 0,2 / 0,1	0,6	0,6	0,9	0,7	4	0,3	0,8	- - -	-	
8		2,5 / 2,5 ; 1,5 / 0,5 ; 1 / 2	1	0	1,7	1	1,3	0,9	1,2	-	+	
9		1,9 / 0,7 ; 3 / 1,7 ; 1,1 / 1	2,9	1,6	0,4	1,4	1,3	0,1	1,3	- - -	+	
10		1,7 / 1,1 ; 1,7 / 1,5 ; 0 / 0,4	0,4	1	0,5	0,5	0,5	0,4	0	- -	- - -	
11		3,5 / 3,5 ; 4 / 1,4 ; 0,5 / 2,1	1	0	1,9	2,7	0,9	1,2	0,5	+ +	- -	i local, pas du contexte
12		1,1 / 1 ; 1 / 0,2 ; 0,1 / 0,7	0,6	0,5	0,8	2,4	1,2	1,6	0,4	+ +	- - -	
13		3,4 / 3 ; 3,1 / 0,7 ; 0,2 / 2,2	0,9	0,4	3	3,3	0,7	2,7	0,6	+ + +	- -	pas d'i
14		1,2 / 1,1 ; 1,1 / 0,9 ; 0 / 0,2	0,5	0,2	1,7	0,3	1,4	0,1	0	- - -	- - -	
15		4,4 / 3,5 ; 3 / 1,5 ; 1,4 / 2	0,3	0,9	1,1	2	0,2	0,6	6	-	+ + +	i contexte pas local
16		2,2 / 0,7 ; 1,7 / 0,6 ; 0,5 / 0,1	1	4,3	2	2,3	1,1	0,6	4	-	+ + +	
17		4,5 / 4,5 ; 3 / 2,4 ; 1,5 / 2,1	1,1	0	1,5	0,4	1	0,5	2,4	-	+ +	i contexte et local
18		2,6 / 1,9 ; 1,9 / 0 ; 0,7 / 1,9	0,8	0,9	1,9	2,8	1,2	1,1	1	+ +	+	
19		4,7 / 4,4 ; 4,5 / 2,1 ; 0,2 / 2,2	1,6	0,4	1	1,7	0,8	1,7	0,7	+ +	-	i. c. courts
20		3,5 / 3,4 ; 1,7 / 1,6 ; 1,7 / 1,7	0,6	0,1	1,5	0,1	1,1	0	2,1	- - - -	+ +	
21		2,5 / 0,5 ; 3 / 2,6 ; 0,5 / 1,9	3,8	1,2	1,7	0,8	5,2	1	0,3	+ +	- -	
22		0,5 / 0,9 ; 2,6 / 2,7 ; 2,1 / 1,9	0,9	0,5	0,2	0,2	1,6	0,3	4,1	- -	+ + +	i très > c. court
23		2,5 / 1,6 ; 3 / 1,7 ; 0,5 / 0,1	1,5	1,2	1,7	1,4	0,4	0,6	1,9	- -	+	
24		1,4 / 1,5 ; 2 / 1 ; 0,6 / 0,5	0,6	0,2	1	1,7	0,6	0,2	1,8	- - -	+	

Tableau 19

Notions de niveau et de variation de niveau

3ème partie — A : fort — B : faible

	type de comparaison	Résultats A / B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t (1-2)A	OBSERVATIONS niveau	contexte	Remarques
		m_1 A / B ; m_2 A / B ; m_{1-2} A / B										
1	⌣ ⌣	3,2 / 2,6 ; 1,7 / 1,7 ; 1,5 / 0,9	1,8	0,6	1,6	0	1,3	0,5	1,1	−	+	
2	⌣ ⌣	3,2 / 2 ; 1,1 / 1,2 ; 2,1 / 0,7	1,6	1,7	1,5	0,2	0,4	2,3	4,3	+ +	++++	↓ très nette ; acuité du minimum
3	⌣ ⌣	2,6 / 3,2 ; 1,3 / 1,2 ; 1,3 / 2	1,9	0,7	1,8	0	0,8	0,8	2,3	−	+ +	
4	⌣ V	2 / 3 ; 1,6 / 1,9 ; 0,4 / 1,1	0,7	1,5	0,8	0,3	0,8	1	1,1	+	+	
5	V V	2,1 / 3 ; 2,9 / 2,2 ; 0,8 / 0,7	1,7	1,4	1,5	0,4	1,1	0	1,6	− − −	+	
6	⌢ ⌢	1,6 / 1,4 ; 1,6 / 1,6 ; 0 / 0,2	1,9	0,5	2,8	0	5,2	0,2	0	− − −	− − −	↓ faible
7	⌢ ⌢	2,2 / 1,7 ; 2,3 / 1,7 ; 0,1 / 0	1,3	0,6	0,8	0,6	0,9	0,2	0,3	− − −	− − −	max doux
8	⌢ ∧	2 / 3 ; 1 / 0,7 ; 1 / 2,2	0	1,5	0,9	0,2	0,9	1,3	1,6	+ +	+	très fort maximum assez pointu
9	∧ ∧	0,5 / 2 ; 2,4 / 2 ; 1,9 / 0	0,6	2,4	2,2	0,4	1,6	2,6	2,9	+ + +	+ + +	
10	∧ ∧	0,8 / 1,9 ; 1,2 / 2 ; 0,4 / 0,1	0,8	1,7	0,8	2,8	1,3	0,4	0,7	− −	− −	
11	⌣ ⌢	3,4 / 3,5 ; 2,9 / 2,2 ; 0,5 / 1,2	2,6	0,1	5	0,6	5,9	0,6	0,4	− −	− −	↓ faible
12	⌣ ⌢	0,9 / 1,2 ; 0,4 / 0,7 ; 0,5 / 0,5	0,4	1,4	1,3	0,9	1,2	0	1,7	− − −	+	
13	⌣ ⌢	3,6 / 2,7 ; 2 / 1,6 ; 1,6 / 1,1	1,4	1,1	0,7	0,3	1,4	0,5	1,9	− −	+ +	↓ peu nette de la durée du contexte
14	⌣ ⌢	1,5 / 1 ; 0,2 / 2 ; 1,3 / 1	0,8	1	0,2	5,3	0,8	0,5	3,2	− −	+ + +	
15	V ⌢	4 / 3,9 ; 2 / 2,5 ; 2 / 1,4	2,1	0,1	0,9	0,6	0,1	0,6	2,4	− −	+ + +	↓ plus nette longues durées
16	V ∧	1,8 / 1,5 ; 1,2 / 0,9 ; 0,6 / 0,6	2,2	0,5	5	0,6	3,5	0	0,8	− − −	−	
17	V ∧	4,8 / 3,7 ; 2,3 / 2,5 ; 2,5 / 1,2	0,9	0,9	1	0,1	1,3	1,3	3,1	+ +	+ + +	↓ faible pour contexte court
18	V ∧	2,2 / 2,2 ; 1,2 / 0,9 ; 1 / 1,4	1,4	0,1	1,2	0,3	1,2	0,4	1,2	− − −	+	
19	V ∧	4,7 / 4,2 ; 2,5 / 3,1 ; 2,2 / 0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,5	1,5	2,5	+ +	+ + +	↓ très nette de la durée du contexte
20	V ∧	3,6 / 3,1 ; 0,8 / 2,4 ; 2,8 / 0,7	0,8	0,6	0,8	2	0,6	2,8	6,2	+ + +	++++	
21	⌣ V	2,7 / 1 ; 2,9 / 2,5 ; 0,2 / 1,5	3,3	1	1,2	0,9	2,5	0,9	0,1	−	− − −	↓ très > durée minimum aigus que de la durée maximum aigus
22	⌣ V	0,4 / 0,9 ; 2,8 / 2,4 ; 2,4 / 1,5	0,8	0,7	3,1	0,7	0,8	1,4	4,3	+ +	+ + +	
23	⌢ ∧	1,6 / 2,6 ; 2 / 2,7 ; 0,4 / 0,1	1	1,6	0,6	0,8	0,5	0,4	1,8	− −	+	
24	⌢ ∧	0,7 / 2 ; 1,2 / 1,5 ; 0,5 / 0,5	1	2,3	1	0,4	0,5	0	1,7	− −	+	

Tableau 20

3ème partie — Notion de niveau et de variation de niveau

A mono — B. stéréo

	Type de comparaison	Résultats A B m_1 A / m_1 B	m_2 A / m_2 B	m_{1-2} A / m_{1-2} B	1A 1B F	1A 1B t	2A 2B F	2A 2B t	(1-2) A (1-2) B F	(1-2) A (1-2) B t	t 1-2, B	OBSERVATIONS relief	contexte	Remarques
1	⌣ ⌣	2,5 / 3,3	0,6 / 2,6	1,9 / 0,7	0,5	0,5	0,5	4,3	0,9	1	1'	+ +	+	
2	⌣ ⌣	2 / 3,2	0,9 / 1,4	1,1 / 1,8	0,6	1,7	0,8	0,7	0,6	1,1	13'	+	+ + + + +	infl plus nette des minimums moyennement effilés
3	⌣ ∨	1,7 / 3,8	0,6 / 1,8	1,1 / 2	0,9	3	0,6	1,4	1	1	3,2	+ +	+ + +	
4	⌣ ∨	2 / 2,8	1,2 / 2,1	0,7 / 0,7	0,3	1,4	0,4	1,1	0,8	0,1	1,6	− −	+	
5	⌣ ∨	2,2 / 2,7	1,5 / 3,5	0,7 / 0,8	0,9	0,6	0,9	1,5	1,5	0	1,6	− − −	+	
6	⌢ ∩	1 / 1,9	0,9 / 2,2	0,1 / 0,3	3,5	2,6	0,7	2,7	1,5	0,2	0,9	− −	−	↓ + nette maxi effilés
7	⌢ ∩	1,2 / 2,6	1,4 / 2,6	0,1 / 0	0,4	2,4	0,3	1,8	1,2	0,2	0	+	− − −	
8	⌢ ∧	2,5 / 2,4	0 / 1,6	2,5 / 0,8	1	0,3	0	3,2	0,3	2,3	1,1	+ +	+	
9	⌢ ∧	1 / 1,3	1,7 / 2,6	0,7 / 1,3	1,3	0,3	0,8	0,9	1,2	0,5	2,1	− −	+	
10	⌢ ∧	2 / 0,7	1,2 / 1,8	0,7 / 1,1	0,9	2,3	2,2	1,2	0,6	0,8	2,8	−	+	rel. e. pour séquences longues
11	⌣ ⌒	2,5 / 4,2	2,6 / 2,6	0,1 / 1,6	0,7	3,5	0,7	0	0,9	1,1	1,2	+	+	
12	⌣ ⌒	0,9 / 1,2	0,4 / 0,7	0,5 / 0,5	0,5	1,4	0,7	0,9	0,8	0	1,7	− − −	+	↓ seq. longues, nulle pour seq courtes
13	⌣ ⌒	2,1 / 4,1	1,2 / 2,3	0,9 / 1,8	0,2	5,3	0,7	1	0,6	1,1	2,6	+ + +	+ +	
14	∨ ⌒	1,1 / 1,4	1,1 / 0,9	0 / 0,5	0,7	0,5	0,8	0,3	0,4	0,5	0,7	− −	−	
15	⌣ ⌢	3,1 / 4,6	1,5 / 2,8	1,6 / 1,8	0,2	0,7	0,4	2,1	0,6	0,2	2,1	− −	+ +	↓ + nette court
16	∨ ⌒	1,3 / 2,0	1,3 / 0,8	0,4 / 1,2	1	1,3	1,3	0,9	0,7	1,3	1,9	+	+ +	
17	⌣ ⌢	3,2 / 5,2	1,4 / 3,2	1,8 / 2,0	0,6	2,2	0,8	1,4	1,3	0,1	2,9	− − −	+ + +	↓ + nette long
18	∨ ∩	1,7 / 2,6	0,1 / 1,8	1,6 / 0,8	2,3	1,2	0,1	2,5	1,2	0,8	1,5	+	+	
19	⌣ ⌐	3,6 / 5,2	2,5 / 3,5	1,1 / 1,7	0,9	3	0,6	0,7	0,7	0,4	1,8	−	+ +	↓ + nette court
20	∨ ∩	2,5 / 4,1	0,9 / 2	1,6 / 2,1	1,3	2,7	0,8	1,3	1,5	0,4	3,9	−	+ + +	
21	⌣ ⌣	0,5 / 3,1	2,2 / 3,1	1,7 / 0	0,3	1,7	0,9	2,4	0,4	1,2	0	+ +	− − −	↓ très > mini court que maxi court
22	⌣ ∨	0,5 / 0,7	2 / 3,1	1,5 / 2,4	1	0,3	0,7	1,7	2	1,4	7,9	+	+ + + +	
23	⌢ ⌐	1,5 / 2,5	1,5 / 3	0 / 0,5	0,9	1,6	0,8	2	1,5	0,8	1,9	−	+	
24	⌢ ∩	1,5 / 1,1	1 / 1,6	0,5 / 0,5	1,4	0,5	0,7	0,9	1	0	1,1	− − −	+	

Tableau 21

	Niveau physique	1er SUJET A volée	A mf	A ff	A p	B volée	B mf	B ff	B p	2eme SUJET C volée	C mf	C ff	C p	D volée	D mf	D ff	D p	3eme SUJET E volée	E mf	E ff	E p
1 symph	52	54	57	48	58	45	52	49	59	10	71	14	77	16	81	50	64	47	75	64	28
2 chant H	38	8	48	50	58	27	50	36	57	50	25	27	70	21	65	50	64	53	22	59	68
3 chef d'orch	28	15	12	2	26	65	36	16	36	10	33	27	52	26	14	5	18	35	0	36	16
4 parole F	55	23	73	74	55	9	74	67	71	60	63	67	70	42	57	51	53	47	43	72	56
5 chant H	31	38	43	40	58	36	33	19	40	50	29	14	35	52	19	10	18	59	39	23	40
6 piano	17	69	0	14	26	55	30	0	30	80	0	19	65	73	5	5	9	71	21	0	0
7 chant F	31	0	77	83	73	0	81	78	76	10	75	57	87	31	50	57	53	35	39	64	56
8 chant H	52	8	57	59	51	18	55	51	45	60	67	67	65	62	57	51	53	47	68	72	56
9 violoncelle	34	85	31	7	32	64	31	28	36	90	29	19	35	84	24	19	50	82	43	36	36
10 Drame H	41	69	31	36	49	55	43	44	55	80	75	63	77	68	51	51	59	59	54	64	64
11 parole H	38	38	38	7	33	73	24	23	38	20	39	14	26	21	10	5	9	59	54	50	52
12 orgue	52	46	50	38	45	36	33	44	33	40	21	10	35	42	14	14	23	88	39	36	56
13 orgue	31	38	67	36	45	45	38	30	20	80	62	38	52	84	50	50	45	88	47	32	60
14 Jazz	97	0	79	81	78	27	71	81	88	60	71	67	77	89	72	77	77	71	78	77	80
15 Piano	45	54	29	38	36	64	19	5	26	50	71	19	35	84	14	14	18	77	39	32	36
16 Piano	90	31	53	59	58	27	55	44	59	90	79	67	77	95	57	51	64	82	68	64	44
17 Piano	70	15	63	50	61	23	50	30	57	80	83	63	65	95	50	51	64	94	50	50	56
18 chant H	93	8	71	52	55	18	67	67	62	40	71	76	61	79	67	77	68	47	64	86	84
19 violoncelle	14	100	0	19	22	100	0	5	19	70	39	24	25	73	19	14	35	94	29	27	28
20 piano	90	15	50	50	55	36	52	36	52	90	79	63	83	100	67	65	50	100	50	64	68
21 Symph	97	31	71	69	54	55	76	72	62	40	87	100	91	63	100	100	86	47	78	100	64
22 chant F	65	15	59	59	32	18	62	53	55	60	79	57	61	84	50	51	53	23	50	46	60
23 faux d'artifice	65	61	97	76	73	64	24	36	14	80	92	75	87	52	72	65	68	59	64	72	75
24 moutons	0	54	0	19	5	55	28	28	28	60	25	5	14	31	0	0	0	64	29	18	20
25 usine	93	38	100	100	100	45	100	100	100	10	33	90	100	11	91	100	91	0	100	100	100
26 symph	70	23	41	43	45	45	57	39	45	15	15	67	75	63	65	51	59	82	36	64	44
27 parole H	59	61	12	43	22	64	40	30	31	20	71	57	65	52	57	50	53	71	64	77	52
28 parole H	83	38	43	52	58	27	62	51	64	40	42	67	77	47	67	57	73	59	54	77	44
29 cor Anglais	31	31	9	19	12	82	19	5	2	70	67	10	70	63	51	19	50	77	43	23	23
30 parole H	59	54	5	38	32	73	14	9	19	0	21	19	25	16	19	5	9	71	57	54	52
31 symphonique	48	69	23	0	12	91	19	30	14	90	42	67	70	100	51	51	53	88	64	46	40
33 chant F	45	31	73	71	66	18	74	67	78	90	67	67	75	84	24	14	14	82	43	27	40
33 chant F	31	15	79	71	68	9	76	72	76	90	67	67	61	89	28	19	23	47	47	41	28
34 solo bus	52	38	0	0	0	73	0	12	0	0	92	0	0	6	0	0	14	59	50	50	23
35 solos	100	23	43	33	39	36	19	53	0	40	83	67	77	11	67	91	68	23	83	72	64
36 bande rapide	59	38	79	76	73	45	60	72	67	70	79	76	87	21	65	65	64	77	89	86	64
37 bande	83	46	84	78	88	18	74	93	88	0	100	100	100	11	67	77	73	23	75	46	
38 cirque	79	8	84	76	73	27	64	78	74	80	71	75	83	63	81	71	77	47	86	46	75
39 dynamique (+ Jazz)	72	31	41	50	55	55	43	39	43	0	100	100	96	0	95	100	100	77	64	72	
40 choeurs	52	85	0	17	22	82	21	21	28	100	67	57	70	100	19	65	64	100	50	46	36

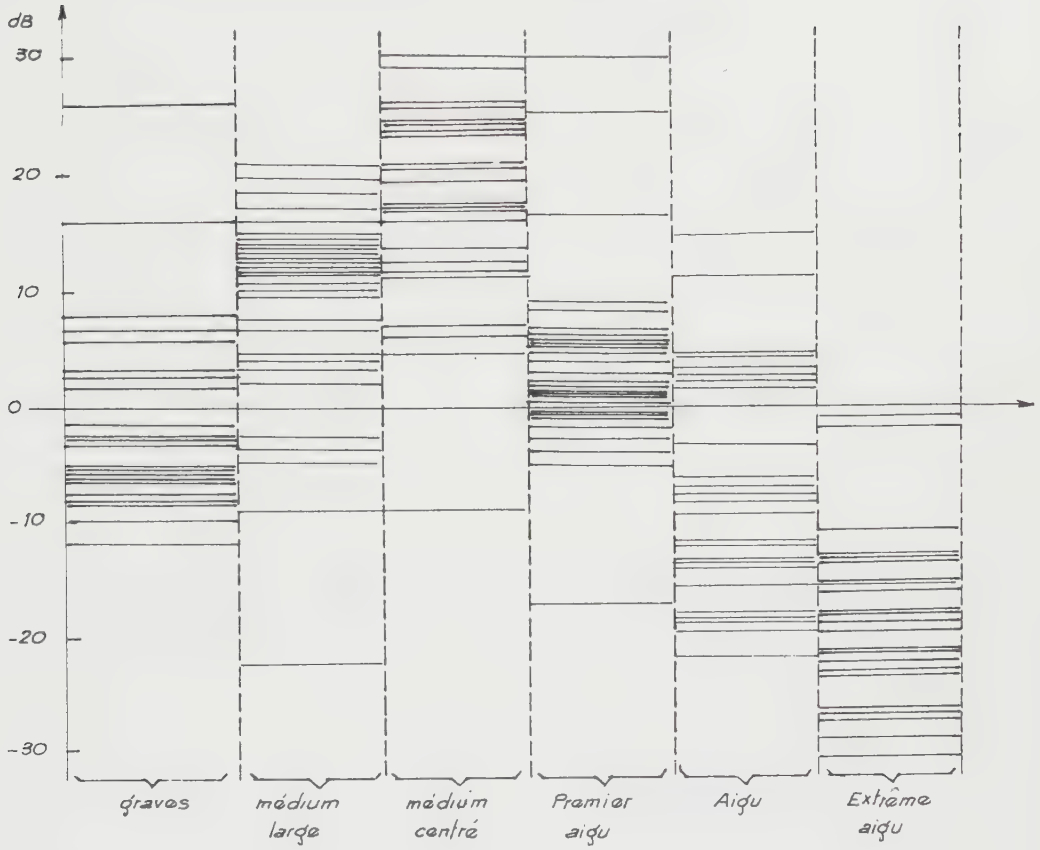
Tableau 22

types spectraux

N°	Modulation	Graves	Medium centre	Medium large	Premier Aigu	Aigu	Extrême Aigu
1	symphonique	-11	11	16,5	2	-14	-22,5
2	Chant H	-8	12	17	-0,5	-7	-13,5
3	Chœ + orchestre	-5,5	-7	18	15,5	-14,5	-22
4	Parole F	-10	12	23,5	0,5	-2	-15,5
5	Chant H	-0,5	13	9,5	-2,5	-12	-18
6	Piano	2,5	10,5	20	-1	-14,5	-18,5
7	chant F	-8,5	-22	15	0	1	-16
8	Chant H	-5	14	22,5	-1	-6	-18
9	violoncelle	-3	13,5	30	2,5	-11,5	-18,5
10	Dramatique H	-8	33	25,5	2	-8	-21,5
11	Parole H	-2	10	24	1	-7	-20
12	Orgue	6,5	-3	21	-2	-15,5	-19
13	Orgue	-8,5	5	22	3	-2	-17,5
14	Jazz	-0,5	13,5	20,5	1	-10,5	-25,5
15	piano	-4,5	16	23	-2	-14	-16,5
16	piano	-5,5	20	26	4	-19	-28,5
17	piano	-6	18,5	13,5	4,5	-19	-22
18	chant H	-2,5	10,5	23,5	5	-12,5	-22,5
19	violoncelle	-3	16,5	13,5	1	-11,5	-14
20	piano	-7,5	19,5	29	5	-21	-26
21	symphonique	-9,5	12,5	18	6	-4	-22
22	chant F	-4,5	20,5	23	-18	9	-23
23	Feu d'artifice	7	11,5	16,5	-1,5	-17,5	-26
24	Moulons chiens	1,5	17,5	10,5	1,5	-8,5	-17,5
25	Usine	-3,5	5,5	5,5	0	2	-15,5
26	Symphonique	-6	14	5	7	-8,5	-26
27	Parole H	-0,5	5,5	19	-0,5	-4	-17,5
28	Parole H	-8,5	12	18	0,5	-1	-19
29	Cor Anglais	-5,5	10	15	4,5	-11	-13
30	Parole H	-2	8,5	20	0,5	-6	-21
31	Symphonique	-2	7	17,5	3	-9	-20,5
32	Chant F	-0,5	11,5	9,5	3,5	-13	-18
33	Chant F	-5,5	10	10,5	3,5	-8	-17
34	Autobus	15	-1,5	17,5	-4	-13,5	-22
35	Automobile	23,5	4	23	-6	-19	-27
36	Bande magn. direct	-7	11,5	10	2	0,5	-18,5
37	Bande magn. inverse	-7,5	1,5	-1	2,5	11,5	-1,5
38	Cirque	3	-2	-10	-6,5	0,5	-2
39	Jazz	-4	13	6,5	0	1	-7
40	Chœurs tchèques	8	10	11,5	8,5	-5,5	-14

Tableau 23

Repartition de l'énergie dans le spectre



Récapitulation des classes

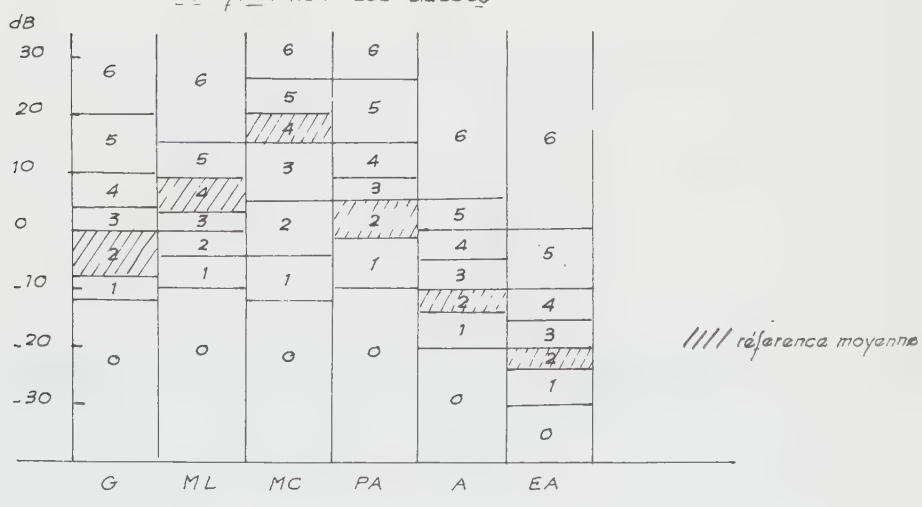


Tableau 24

Essais GDS - Enchainements

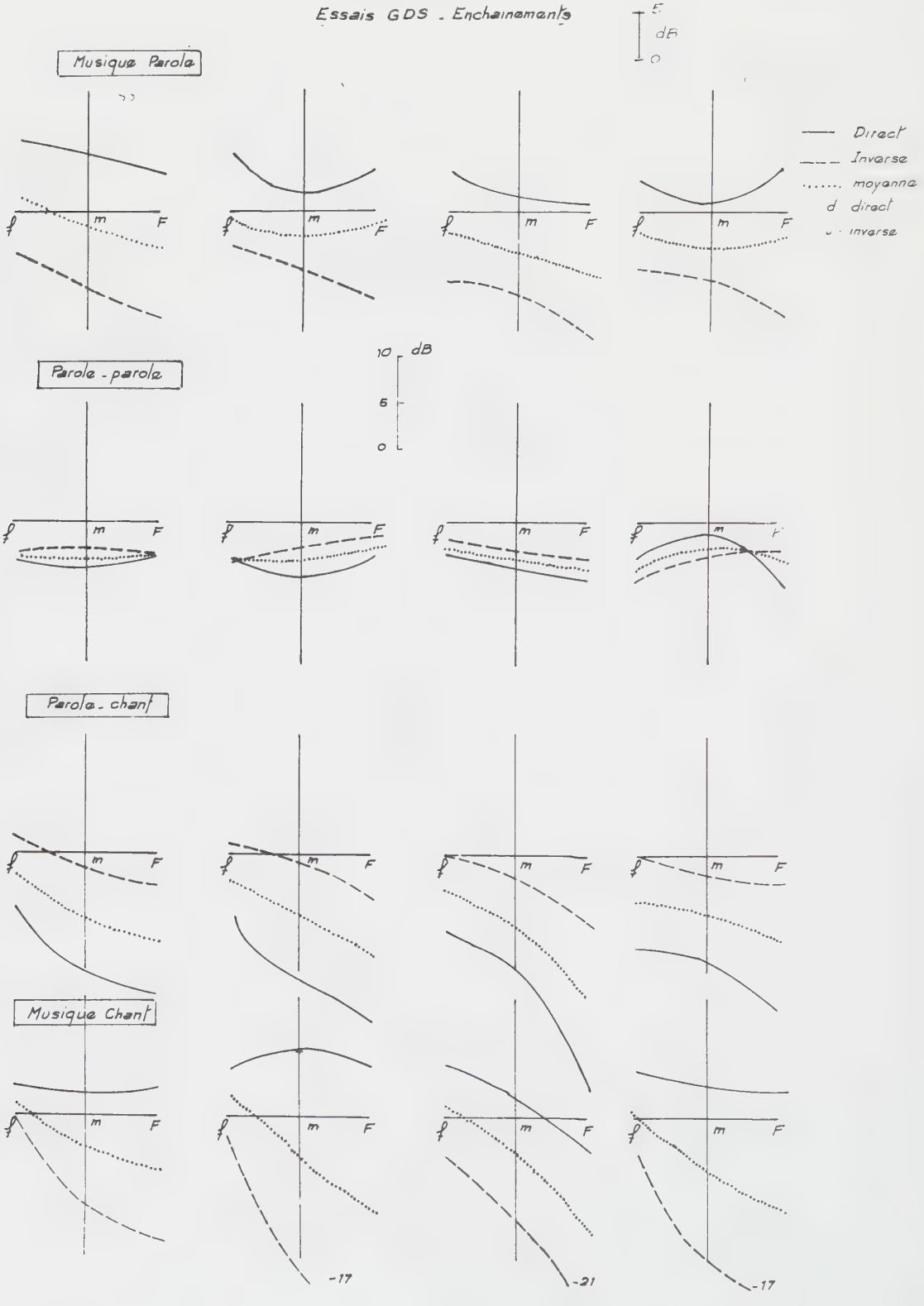
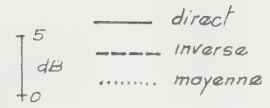


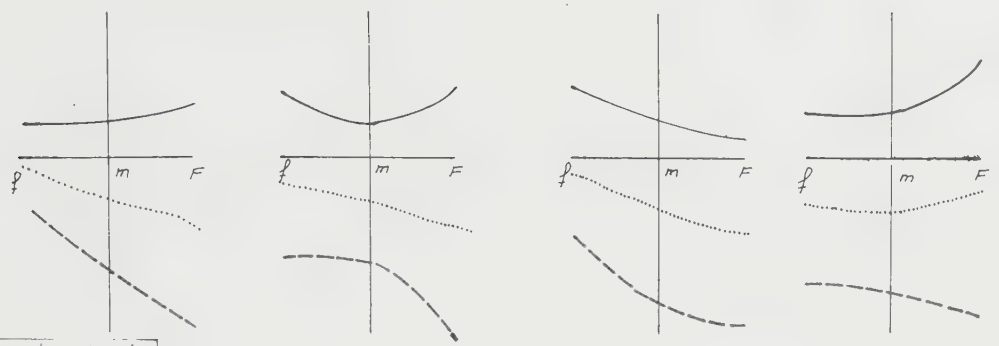
Tableau 25

Essais G.D.S. - Enchainements

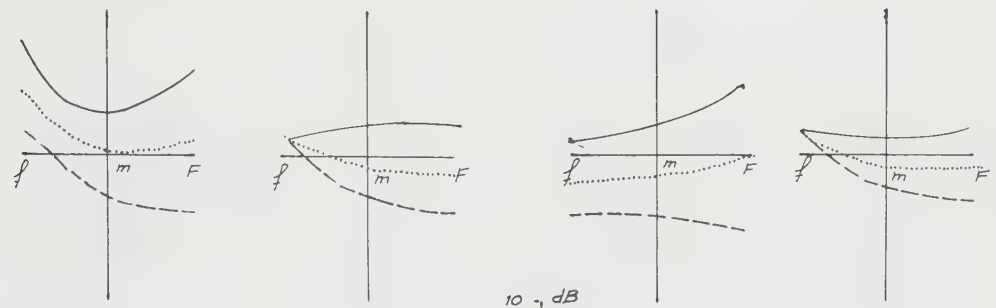


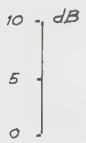
Bruit Parole

SS SM MS MM

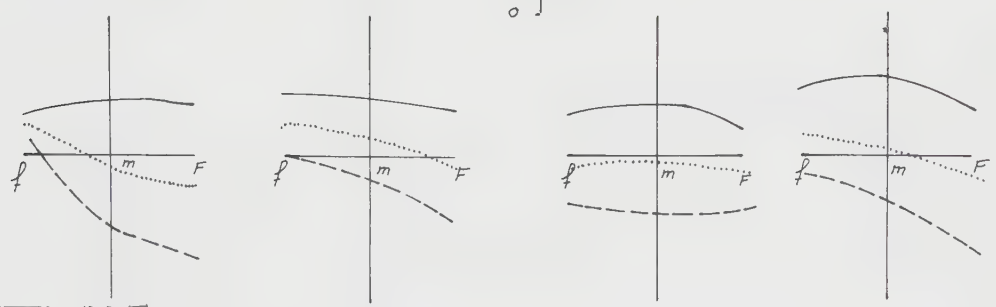


Bruit - Chant





Bruit - Musique



Musique - Musique

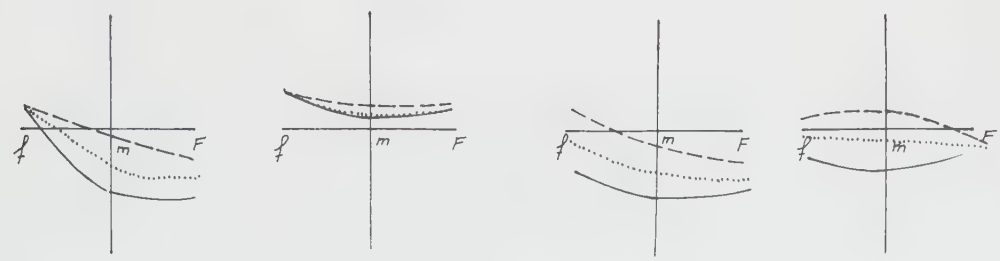
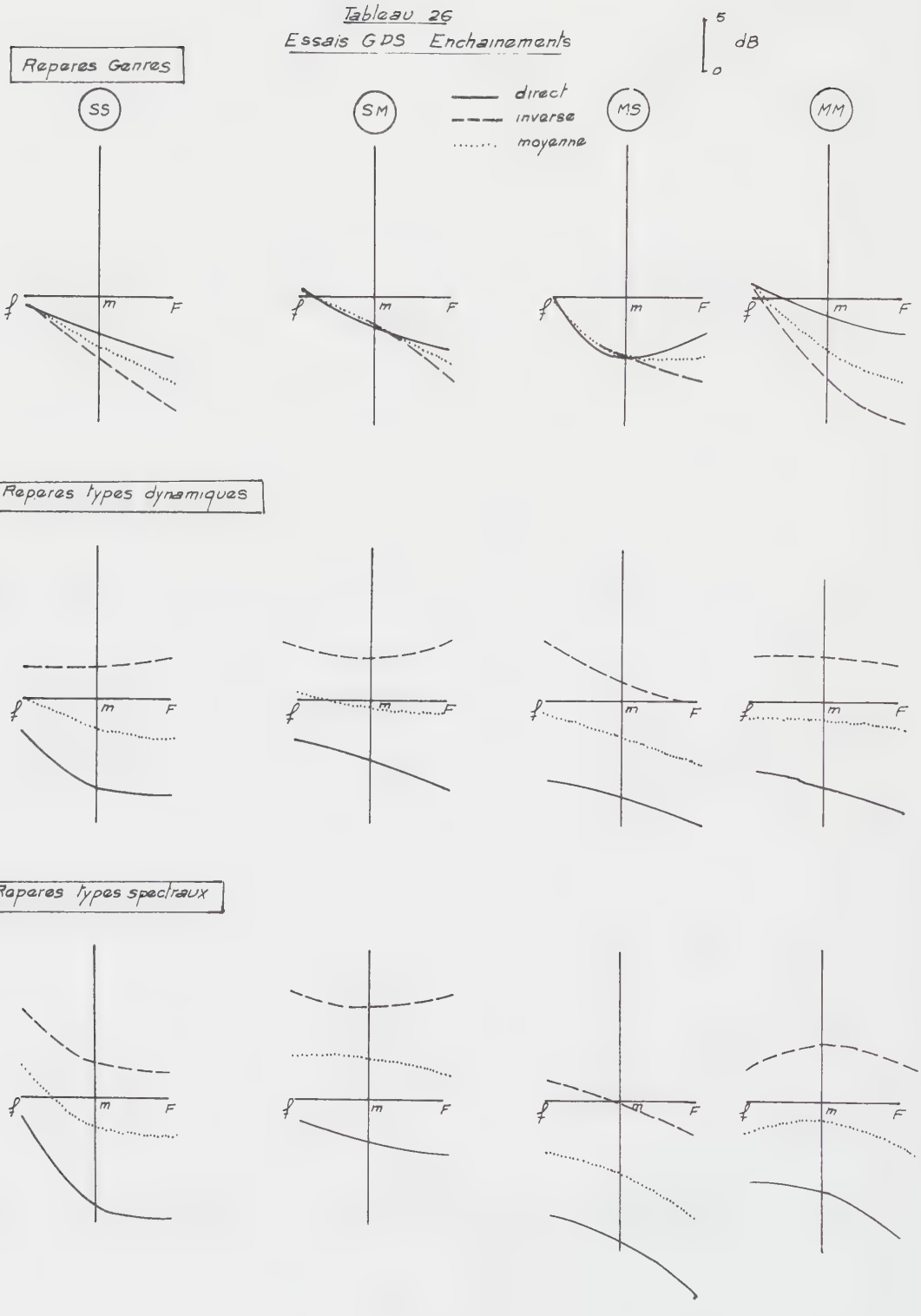


Tableau 26

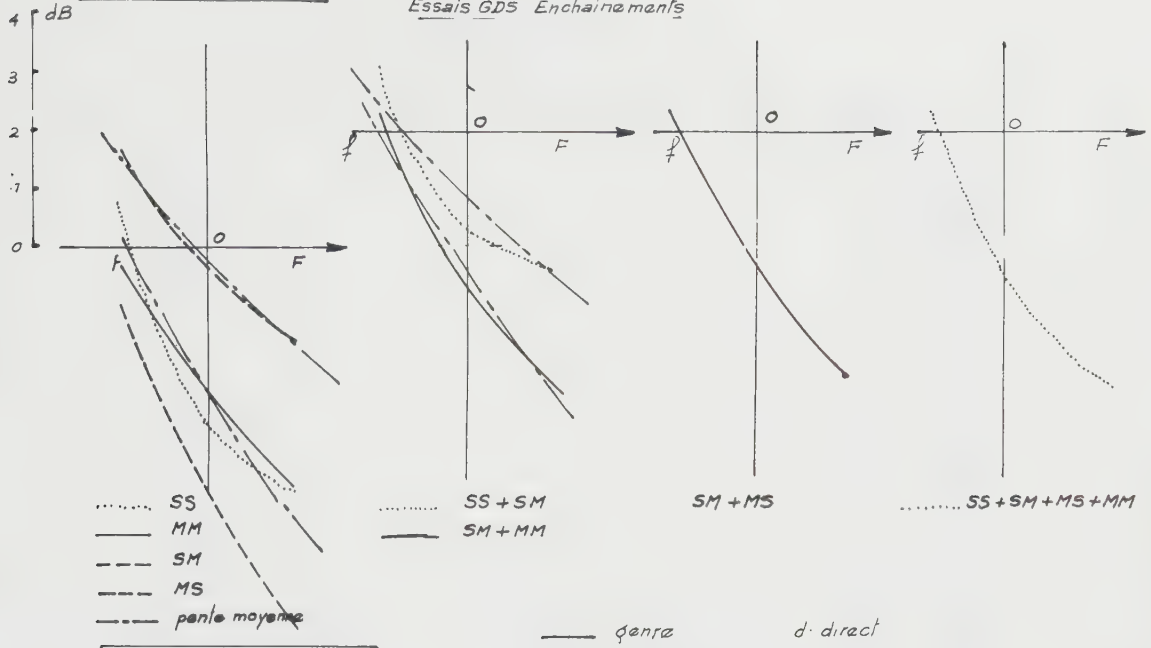
Essais GDS Enchainements



Global (direct + niveau)

Tableau 27

Essais GDS Enchainements



"Ecart" comparés GDS

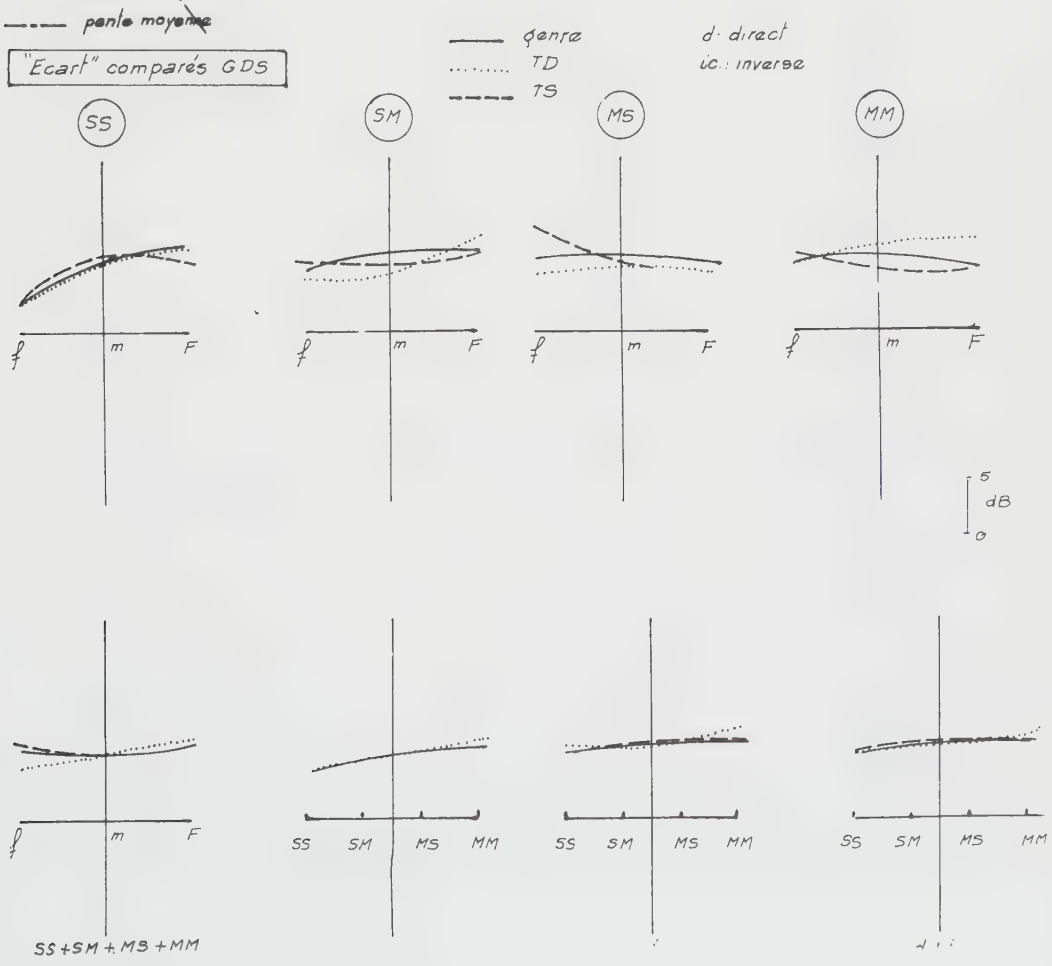


Tableau 28

Essais G.D.S

Résumé des concordances

Modulation	$\Sigma(a_{ij} - b_{ij})$		Nombre de concordances > = < Allure		Ecarts		f m F Allure		Ecarts		$\Sigma(a_{ij} - b_{ij})$	Σ concord
G.D.S	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S + M	totales
Bruitage chant	51	30	1	1	1	2	0	1	0	2	81	8
parole chant	37	19	0	2	0	3	0	1	1	3	56	9
bruitage chant	57	20	0	2	0	3	1	0	1	0	77	7
Parole mus symph.	26	48	0	0	1	0	1	1	2	1	74	6
bruitage lyrique	52	25	1	2	0	2	2	2	0	2	77	11
chant H jazz	19	20	3	3	2	3	2	1	2	3	39	19
MOY G	40,3	27	0,8	1,6	0,6	2,1	1	1	1	1,8	67,3	10
Orgue symph.	14	25	3	1	2	1	2	0	2	1	89	12
symph. symph.	24	60	1	0	2	0	1	0	2	0	84	6
symph. symph.	46	28	0	2	0	1	2	2	1	2	74	10
Symph. Symph.	29	25	0	1	1	1	2	2	2	2	54	11
Chant Chant	35	21	1	2	1	2	0	2	0	2	76	10
Chant Chant	23	25	3	2	2	2	1	1	2	1	48	14
MOY. D	28,5	30,6	1,3	1,3	1,3	1,1	1,3	1,1	1,5	1,3	62,5	10,5
Piano Violon	54	18	0	3	0	3	0	3	0	2	72	11
Symph. Symph.	26	26	2	1	1	1	0	2	2	1	52	10
Orgue Orgue	56	36	0	0	0	1	1	1	0	1	92	4
Oiseaux	24	22	1	2	1	3	1	1	2	2	46	13
Orgue Symph.	22	34	2	1	3	1	2	1	1	2	56	13
Parole Parole	9	20	3	1	3	1	2	0	3	1	29	14
MOY. S	31,8	26	1,3	1,3	1,3	1,6	1	1,3	1,3	1,5	57,8	10,8

G
D
S

5
dB
0

Tableau 29
Essais G.D.S. dynamique
Graphes des différences

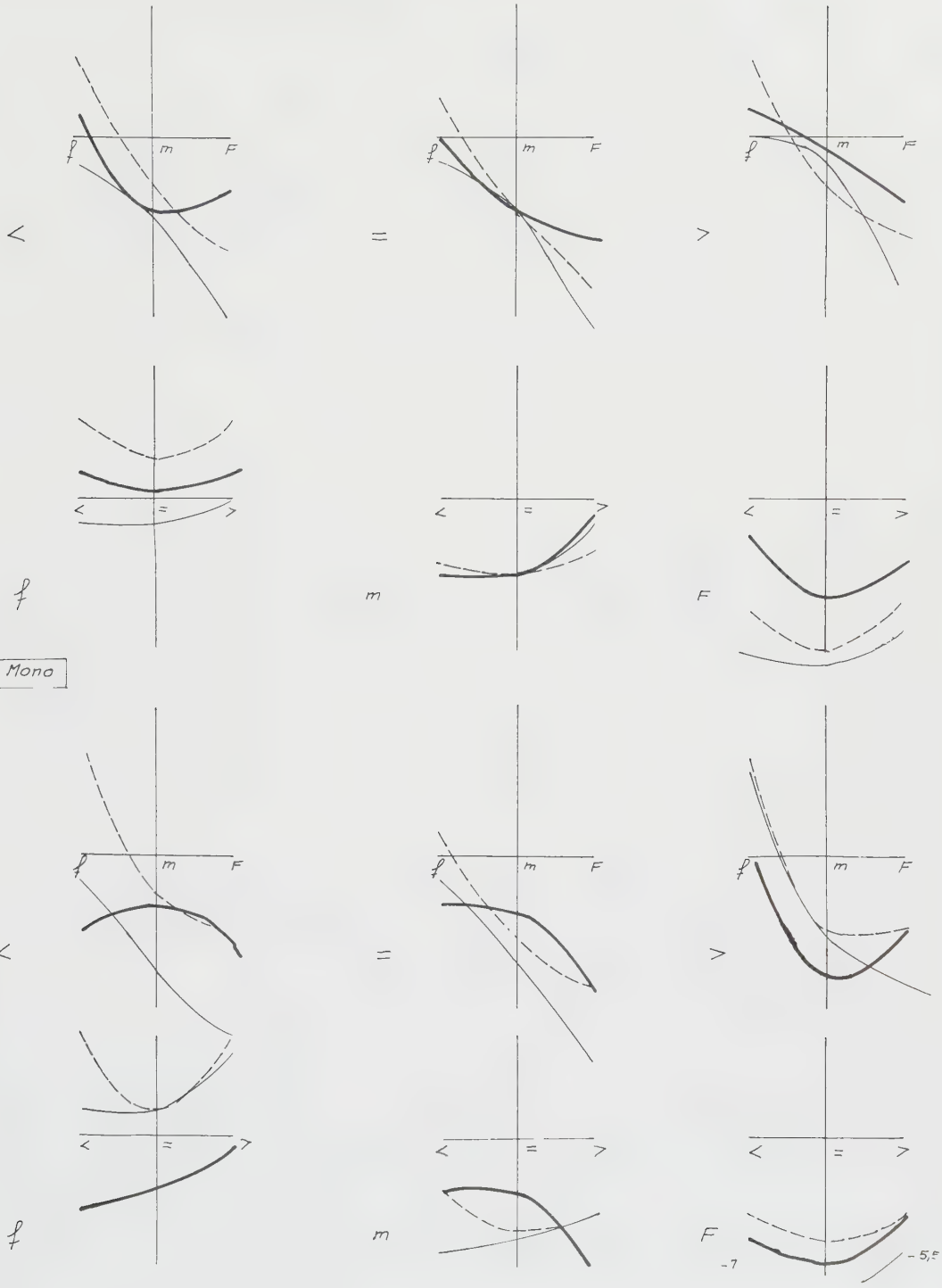


Tableau 30

Définition de l'indice de contrainte.

Classement auditif par le sujet — Indices de contrainte (G_1, H_1)

	G	H_1	G'_2	H'_1	G''_1	H''_1	G_2	H_2	A	B	C	D	E	F	G	H	I
-2	13	14	14	14	14	12	15	15	42 31	35 19	30 19	36 28	29 26	24 26	34 26	27 24	22 24
-1	11	10	9	12	11	12	13	11	39 26	29 24	26 22	34 19	24 17	21 15	32 17	22 15	19 13
0	9	12	9	11	8	10	9	12	34 26	25 22	22 21	31 19	22 15	19 14	28 16	19 12	16 11
1	11	7	11	9	8	9	12	7	33 17	24 14	21 13	29 13	20 10	17 9	25 10	16 7	13 6
2	11	10	9	9	10	9	7	5	33 16	22 14	20 13	29 10	18 8	16 7	22 7	15 5	13 4
τ	0,3	0,5	0,3	0,9	0,5	0,8	0,8	0,8	0,9 0,9	0,9 0,8	1 0,5	0,9 0,9	1 1	1 1	1 1	1 1	0,9 1

Type d'indice de contrainte

Coefficients de Kenndall (τ) entre classement sujet et classement par indices de contrainte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
H_1	0,7	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
H'_1	0,9	0,6	0,6	0,9	1	1	1	1	1
H''_1	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
H_2	0,8	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
G_1	0,3	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
G'_1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
G''_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
G_2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Classement auditif par le sujet — Indices de contrainte (Q_1, R_1)

	Q_1	R_1	Q_2	R_2	Q'_2	R'_2	Q_3	R_3	Q_4	R_4	A	B	C	D	E	F	G	H	I
-2	11	12	9	12	10	14	9	16	11	14	40 45	18 39	17 32	37 37	15 34	14 27	34 38	12 32	11 25
-1	10	11	13	12	11	12	15	11	14	12	40 41	19 35	17 32	35 37	14 31	12 28	33 37	12 31	10 28
0	9	9	14	10	15	11	6	11	13	10	33 41	14 32	13 31	29 38	10 31	9 28	23 37	9 30	8 27
1	8	8	10	9	10	8	6	6	8	9	27 35	14 26	12 24	24 31	11 22	9 20	22 29	9 [illegible]	7 18
2	7	7	9	8	9	8	11	11	8	7	29 35	14 25	12 22	26 32	11 22	9 19	22 26	9 6	7 13
τ	1	1	0,1	0,9	0,3	0,9	0,3	0,5	0,6	1	0,7 0,8	0,5 1	0,8 0,9	1 0,6	0,9 0,8	0,7 0,6	0,9 1	[illegible] 1	0,8 0,6

↖ avec l'ordre établi par l'opérateur

Tableau 31
Definition de l'indice de contrainte

Coefficient de kenndall entre classement sujets et classement par indices de contrainte

	Type d'indice de contrainte								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Q_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R_1	1	1	1	0,8	0,8	0,5	1	1	0,8
Q_2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
R_2	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,1	0,8	0,8
Q'_2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
R'_2	1	1	1	0,8	0,8	0,5	1	1	0,8
Q_3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
R_3	0,8	0,8	0,8	1	1	0,2	0,5	0,1	0,1
Q_4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
R_4	1	1	1	0,6	1	0,6	0,1	1	0,6

Classement auditif par le sujet

	L_1	M_1	L_2	M_2	L_3	M_3	L'_3	M'_3
-2	10	11	14	14	11	12	14	15
-1	16	11	12	10	14	8	15	8
0	10	14	12	11	9	9	11	10
1	2	8	8	7	6	7	7	6
2	6	10	10	9	5	6	2	5
τ	0,5	0,3	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

↖ avec l'ordre établi par l'opérateur

Indices de contrainte (L_1, M_1)

A	B	C	D	E	F	G	H
39	29	28	34	24	21	33	23
32	21	16	26	15	11	24	13
34	23	22	31	20	19	28	17
28	16	15	23	11	10	20	8
31	20	18	26	15	23	23	12
23	14	8	20	11	9	19	10
29	18	16	25	12	16	25	11
20	12	9	16	8	7	14	6
25	19	8	23	17	10	20	12
20	8	12	15	8	7	13	6
1	0,9	0,8	1	0,8	0,6	0,8	1	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	1	0,8	0,7

Coefficient de Kenndall (τ) entre classement sujet et classement suivant indices de contrainte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
L_1	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	0,3	0,7	0,5
M_1	0,3	0,3	0,0	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5
L_2	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0,9	0,7
M_2	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8
L_3	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8
M_3	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
L'_3	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8
M'_3	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9	0,8	0,6	0,9	0,9

Tableau 32

Definition de l'indice de contrainte

Classement auditif des modulations comparé au classement "visuel"

Modulations	S L'apprenti sorcier	P Le refus	P Le refus	P Le refus	S S. Fantastique	Dr "Comédiens"	S L'apprenti sorcier	Dr "Comedians"	S L'apprenti Sorcier	S S. Fantastique	P Le Refus	S S. Fantastique	S S. Fantastique	Dr "Comedians"	S L'apprenti Sorcier	S L'apprenti Sorcier	P Mysteres Cosmos	Ch Joan Sutherland	P Le refus
Notes Sujets	12	14	18	15	17	16	15	17	13	13	14	18	15	18	16	15	14	15	16
	11	12	15	13	16	13	16	14	14	10	11	13	16	15	10	10	11	12	15
	9	8	12	12	15	10	9	11	11	8	10	10	10	14	8	8	10	10	13
	12	10	5	9	9	11	6	13	9	7	7	8	8	10	5	5	6	8	12
	8	9	8	6	8	9	7	7	8	5	8	7	7	12	3	6	8	9	9
τ	0,6	0,6	0,8	1	1	0,8	0,6	0,8	0,8	1	0,8	1	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,8	1

Modulations: classement auditif par le sujet ↓ Indices de contrainte (B, C_1) ↓

	B_1	C_1	B'_1	C'_1	B_2	C_2	B'_2	C'_2	B''_2	C''_2	A	B	C	D	E	F	G	H	I
-2	17	14	17	11	12	15	18	15	16	15	38	25	17	36	33	15	33	20	12
											32	25	23	28	21	18	25	18	16
-1	12	9	10	13	11	10	10	15	11	11	36	27	19	31	22	14	28	19	11
											28	21	18	24	17	14	22	15	12
0	13	11	10	9	12	10	14	9	11	11	35	23	20	32	20	18	30	18	15
											23	15	13	19	11	9	17	9	7
1	9	10	6	10	11	8	8	9	9	9	32	19	16	31	18	15	26	23	10
											19	14	11	17	12	9	13	8	5
2	8	10	5	10	6	10	8	10	6	7	32	22	18	27	17	13	23	13	9
											18	11	9	16	9	7	13	6	4
τ	0,8	0,2	0,9	0,6	0,8	0,6	0,7	0,4	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,7	1	0,6	0,8	0,4	0,6
											1	1	1	1	0,8	0,9	0,9	0,9	1

↑ avec l'ordre établi par l'opérateur

Type d'indice de contrainte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
B_1	0,8	0,4	0,6	0,9	1	0,6	1	0,2	0,8
B'_1	0,8	0,6	0,1	0,9	0,9	0,5	0,9	0,3	0,7
B_2	0,6	0,4	0,2	0,8	0,6	0,8	0,9	0,5	0,8
B'_2	0,8	0,5	0,3	0,9	0,7	0,5	0,9	0,1	0,3
B''_2	0,9	0,6	0,3	0,9	0,9	0,5	0,9	0,2	0,7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
C_1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
C'_1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
C_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
C'_2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
C''_2	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9

Coefficient de Kanndall (τ) entre classement sujets et classement par indices de contrainte

Tableau 23

Précision des points d'insertion dans le silence

VARIABLE $\delta\lambda'$					1er sujet						2ème sujet					
					STEREO			MONO			STEREO			MONO		
enchaînement	Niveau		contrainte $\delta\lambda$		Δt 5	10	20	Δt 5	10	20	Δt 5	10	20	Δt 5	10	20
① AI	① fort	1ère fois	-2	+10	5	5	10	10	13	13	3	3	6	4	10	5
				+5	4	4	3	6	5	4	-1	0	0	3	0	1
				-5	-4	0	0	3	5	3	-3	-11	-9	-9	-11	-11
				-10	-5	-6	-4	-5	-3	-2	-11	-13	-11	-7	-13	-11
			+2	+	10	10	7	10	14	9	7	8	10	6	8	11
				+	2	9	9	6	6	6	5	+3	5	9	4	6
				-	-9	-2	-2	1	0	-2	0	-1	-8	1	-4	-5
				-	-6	-8	-9	-1	-2	-2	-9	-5	-9	-10	-9	-10
		2e fois	-2	+							7	7	7	10	10	12
				+							3	1	1	0	4	4
				-							-6	-8	-12	-6	-7	-11
				-							-16	-16	-20	-10	-12	-12
			+2	+							9	11	7	11	11	13
				+							6	6	10	7	9	9
				-							-5	-3	-1	-4	-7	
				-							-10	-14	-16	-14	-13	-13
	② faible	1ère fois	-2	+	0	1	2	2	3	9	5	10	10	5	11	8
				+	1	-2	-2	1	-2	6	0	1	0	0	1	2
				-	0	-2	-2	1	-2	-1	-10	0	-9	-4	-9	-7
				-	-2	-7	-9	-7	-8	-2	-7	-9	-14	-11	-11	-9
			+2	+	6	9	10	2	6	8	4	10	8	10	10	15
				+	4	9	2	-1	-1	0	0	0	0	5	8	6
				-	2	3	0	-1	-1	-5	-3	-4	-6	5	1	1
				-	0	-4	-4	-2	-7	-5	-9	-8	-10	-2	-2	-4
		2e fois	-2	+							6	4	2	4	3	4
				+							0	0	0	0	1	1
				-							-4	-7	-8	-5	-9	-10
				-							-7	-11	-11	-10	-12	-13
			+2	+							8	7	9	15	13	14
				+							-4	-3	-2	1	-1	-2
				-							-7	-6	-8	-1	-1	-4
				-							-9	-9	-12	-3	-5	-8
② EQ	① fort	1ère fois	-2	+	6	4	10	7	5	10	18	14	22	16	13	13
				+	1	2	1	-1	-1	3	4	12	12	8	9	12
				-	-1	0	-1	-2	-1	0	3	2	-3	3	-2	2
				-	-1	-6	-1	-8	-2	-2	-4	-4	-8	-5	-6	-6
			+2	+	17	9	10	5	7	5	14	10	13	3	3	7
				+	6	0	6	-3	1	1	5	5	5	1	5	-5
				-	-2	0	1	1	1	-1	-4	-7	-3	-9	-12	-10
				-	0	-2	-3	-5	-6	-7	-9	-15	-12	-12	-15	-15
		2e fois	-2	+							13	16	16	10	12	14
				+							-3	0	0	0	-7	2
				-							-6	-6	-9	-3	-5	-5
				-							-4	-7	-10	-8	-10	-6
			+2	+							11	11	14	14	11	14
				+							8	9	7	8	7	6
				-							-1	-5	-4	-4	-4	-4
				-							-5	-9	-10	-8	-8	-8
	② faible	1ère fois	-2	+	4	4	4	1	1	6	10	15	13	-7	-6	12
				+	1	1	1	1	1	0	-1	6	7	3	-1	-2
				-	1	0	-2	0	0	-1	2	-3	-2	-4	-3	-5
				-	-5	-4	-6	-2	-6	0	-3	-3	-6	-8	-10	-10
			+2	+	0	3	3	4	2	-4	5	4	7	7	11	7
				+	0	0	0	3	3	2	3	1	2	2	4	5
				-	0	-3	-1	0	0	-1	-6	-6	-7	-4	-5	-3
				-	-3	-4	-8	-4	-4	-4	-5	-9	-10	-9	-9	-8
		2e fois	-2	+							12	16	16	11	13	15
				+							0	1	7	7	8	7
				-							3	-2	-1	-3	-5	-3
				-							-4	-2	-2	-4	-6	-6
			+2	+							7	6	8	10	10	8
				+							4	5	3	4	4	4
				-							-5	-5	-3	-7	-8	-5
				-							-7	-9	-12	-9	-9	-9

Tableau 34

Precision des points d'insertion dans le silence

VARIABLE 5ΔL

enchaînement	Niveau		consonante	$\delta\lambda$	1er sujet STEREO Δt 5	10	20	1er sujet MONO Δt 5	10	20	2ème sujet STEREO Δt 5	10	20	2ème sujet MONO Δt 5	10	20
AI	Fort	1ère fois	−	10 / 5	2 / 2	1 / 2	3 / 2	6 / 4	4 / 3	7 / 4	-1 / 1	0 / 0	1 / -1	-9 / -5	-7 / -8	-5 / -8
				-5 / -10	-3 / -2	0 / -3	0 / -3	3 / 0	3 / 0	2 / -2	-6 / -2	-7 / -3	-7 / -3	-7 / -6	-6 / -6	-6 / -6
			+	+ / +	-1 / 2	0 / 7	2 / 9	7 / 5	6 / 6	9 / 6	-1 / -2	-3 / -2	0 / -1	0 / 0	-1 / -4	0 / -2
				− / −	-5 / -5	-2 / -5	-2 / -6	1 / -1	2 / 1	1 / 2	0 / -2	-1 / -1	-2 / -3	1 / 0	-4 / -3	-3 / -4
		2e fois	−	+ / +							-4 / -1	0 / 1	-1 / -4	-1 / 0	1 / -2	2 / -2
				− / −							-2 / -2	-4 / -4	-5 / -6	0 / 0	0 / -1	-1 / -3
			+	+ / +							1 / 1	2 / 3	2 / 5	3 / 1	1 / 3	4 / 4
				− / −							-3 / -2	-5 / -1	-3 / -2	-1 / 1	-4 / 2	-3 / -2
	faible	1ère fois	−	+ / +	-4 / -3	-5 / -6	-4 / -4	-1 / 0	-1 / -2	-1 / -2	-3 / 0	-2 / -3	-3 / 0	-2 / 0	1 / 1	1 / 2
				− / −	-5 / -6	-5 / -5	-5 / -7	-2 / -4	-4 / -5	-2 / -2	-4 / -4	0 / -6	-3 / -4	-2 / -3	-3 / -3	-1 / -4
			+	+ / +	1 / 2	1 / 2	2 / 1	-1 / -1	1 / -1	-1 / -1	0 / 0	2 / 0	1 / 0	4 / 3	4 / 4	4 / 6
				− / −	0 / 0	0 / 0	0 / 1	-1 / -1	-1 / -2	-2 / -2	-3 / -1	-4 / 2	-3 / 2	5 / 5	1 / 4	1 / 2
		2e fois	−	+ / +							-3 / 0	-3 / 0	-3 / 0	0 / 0	0 / 1	-1 / 1
				− / −							-2 / 0	-2 / -1	-1 / -2	-1 / -1	-1 / -2	1 / -1
			+	+ / +							-3 / -4	-3 / -3	-1 / -2	-1 / 1	0 / -1	2 / -2
				− / −							0 / -1	0 / -1	-2 / -1	4 / 2	5 / 1	1 / 2
EQ	Fort	1e fois	−	+ / +	0 / -1	2 / 2	0 / 0	-7 / -2	1 / -3	-12 / -2	5 / 4	8 / 5	10 / 0	1 / -2	1 / -1	2 / 0
				− / −	-2 / -1	-1 / -1	-2 / -1	-2 / -4	-2 / -5	-2 / -2	5 / 7	5 / 3	3 / 2	-8 / 0	-2 / 3	-6 / 3
			+	+ / +	6 / 6	7 / 4	7 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 1	2 / 1	3 / 1	3 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / -3
				− / −	2 / 2	3 / 4	3 / 2	0 / -2	-1 / -2	-7 / -3	1 / 0	0 / -2	0 / 0	-4 / -6	-4 / -6	-5 / -6
		2e fois	−	+ / +							-1 / -3	-1 / 0	4 / 0	-2 / 0	2 / -2	4 / 2
				− / −							-2 / -1	-1 / -4	-2 / -5	1 / 0	-2 / -2	-1 / 0
			+	+ / +							3 / 4	5 / 3	6 / 3	6 / 3	4 / 4	3 / 6
				− / −							1 / 3	3 / 2	1 / 3	2 / 3	4 / 4	5 / -2
	faible	1ère fois	−	+ / +	-3 / -2	-2 / -2	-2 / -1	-3 / -2	-2 / -2	-1 / -1	3 / 1	4 / 1	4 / 3	-1 / -1	-5 / -1	-1 / -1
				− / −	-1 / -2	-5 / -2	-4 / -5	1 / -4	-2 / -4	-4 / -2	4 / 2	2 / 3	3 / 3	-1 / -1	-1 / -1	-1 / -1
			+	+ / +	-3 / -1	-2 / -2	-3 / -2	0 / 1	-1 / 1	0 / 0	1 / 1	1 / 1	2 / 0	3 / 2	4 / 2	3 / 3
				− / −	-2 / -3	-4 / -6	-2 / -6	-1 / -1	-1 / -1	-1 / 0	2 / 1	0 / 1	-2 / 2	4 / 3	2 / 2	2 / 3
		2e fois	−	+ / +							3 / 3	4 / 4	5 / 1	4 / 3	3 / 2	3 / 2
				− / −							4 / 2	3 / 2	2 / 1	2 / 3	1 / 0	2 / 1
			+	+ / +							2 / 1	2 / 2	4 / 2	2 / 3	5 / 4	4 / 4
				− / −							3 / 3	3 / 1	0 / 0	4 / 2	4 / 4	0 / 2

Tableau 35

Temps de reaction

Moyenne générale

COURT TERME

Contrainte	Δt	5	2	basse 1	0,5	Δt	5	2	Creux 1	0,5
-2	∧	0,89	0,80	0,53	0,37	∨	1,05	0,78	0,70	0,65
	∧	0,97	0,77	0,53	0,41	∨	1,09	0,77	0,65	0,48
	∧	1,10	0,80	0,56	0,43	∨	1,15	0,74	0,54	0,45
	δΔτ	0,21	0,03	0,03	0,06		0,10	0,04	0,16	0,20
0	∧	0,70	0,70	0,59	0,62	∨	0,59	0,50	0,41	0,40
	∧	1,16	0,80	0,66	0,50	∨	0,84	0,61	0,48	0,56
	∧	1,34	0,74	0,50	0,44	∨	0,88	0,64	0,45	0,40
	δΔτ	0,64	0,10	0,16	0,18		0,29	0,14	0,07	0,16
2	∧	0,74	0,80	0,59	0,55	∨	0,53	0,56	0,55	0,40
	∧	0,99	0,64	0,59	0,47	∨	0,75	0,52	0,50	0,52
	∧	1,17	0,74	0,59	0,44	∨	0,75	0,52	0,40	0,38
	δΔτ	0,43	0,16	0,00	0,11		0,22	0,04	0,15	0,14

MOYEN TERME

	Δt	30	20	10	5	Δt	30	20	10	5
-2	⌐	0,66	0,48	0,52	0,58	⌐	0,86	0,80	0,63	0,53
						δΔτ	0,20	0,32	0,11	0,05
0	⌐	0,61	0,63	0,65	0,66	⌐	0,74	0,60	0,55	0,60
						δΔτ	0,13	0,03	0,10	0,06
2	⌐	0,74	0,63	0,55	0,58	⌐	0,70	0,50	0,50	0,50
						δΔτ	0,04	0,13	0,05	0,08

Tableau 36
Temps de réaction

MOY 1sujet 4 modul.

COURT TERME

	Δt	Bosses 5	2	1	0,5		creux 5	2	1	0,5
-2		1,07	1,00	0,42	0,57		1,60	1,00	0,77	0,67
		1,72	1,20	0,72	0,42		1,20	0,97	0,87	0,42
		1,70	1,20	0,65	0,65		1,97	1,22	0,67	0,50
	δΔt	0,63	0,20	0,35	0,23		0,37	0,25	0,20	0,25
0		0,85	0,90	0,52	0,62		0,60	0,45	0,65	0,27
		1,55	0,90	0,77	0,55		1,20	0,62	0,52	0,85
		1,82	1,25	0,55	0,40		1,07	0,77	0,52	0,35
	δΔt	1,97	0,35	0,25	0,22		0,60	0,32	0,13	0,58
2		1,07	1,35	0,77	0,57		0,57	0,47	0,40	0,42
		1,40	0,95	0,80	0,57		0,67	0,62	0,32	0,52
		1,92	0,85	0,72	0,57		0,87	0,45	0,32	0,35
	δΔt	0,85	0,50	0,08	0,00		0,30	0,17	0,08	0,17

MOYEN TERME

	Δt	30	20	10	5		30	20	10	5
-2		0,65	0,45	0,55	0,60		0,57	1,12	0,67	0,57
						δΔt	0,12	0,67	0,12	0,03
0		0,55	0,55	0,62	0,65		0,75	0,67	0,67	0,62
						δΔt	0,20	0,12	0,05	0,03
2		0,62	0,52	0,42	0,55		0,90	0,52	0,52	0,62
						δΔt	0,28	0,00	0,10	0,03

Tableau 37

Temps de réaction

MOY 1 sujet 2 modulations

COURT TERME

Contrainte		Bosses					creux			
	Δt	5	2	1	0,5	Δt	5	2	1	0,5
	∧	1,30	0,92	0,64	0,46	∨	1,13	0,81	0,91	0,90
-2	∧	0,90	0,51	0,42	0,51	∨	1,41	0,74	0,82	0,60
	∧	1,10	1,02	0,71	0,42	∨	1,42	0,76	0,53	0,51
	δΔε	0,40	0,51	0,29	0,09		0,29	0,07	0,38	0,39
	∧	0,80	0,62	0,70	0,70	∨	0,61	0,70	0,51	0,54
0	∧	1,40	0,82	0,70	0,61	∨	0,70	0,71	0,50	0,40
	∧	1,71	1,06	0,56	0,40	∨	1,16	0,93	0,50	0,41
	δΔε	0,91	0,44	0,14	0,30		0,55	0,23	0,01	0,13
	∧	0,70	0,40	0,40	0,32	∨	1,23	0,74	0,41	0,24
2	∧	0,60	0,30	0,70	0,44	∨	0,81	0,32	0,23	0,22
	∧	0,90	0,64	0,60	0,41	∨	0,60	0,46	0,34	0,24
	δΔε	0,30	0,34	0,30	0,19		0,43	0,42	0,18	0,02

MOYEN TERME

	Δt	30	20	10	5	Δt	30	20	10	5
-2	∧	0,50	0,62	0,60	0,62	∨	0,60	0,40	0,91	0,74
						δΔε	0,10	0,22	0,31	0,12
0	∧	1,04	0,90	0,71	0,86	∨	0,51	0,62	0,70	0,76
						δΔε	0,53	0,28	0,01	0,10
2	∧	1,32	0,70	0,66	0,41	∨	0,44	0,44	0,54	0,51
						δΔε	0,88	0,32	0,12	0,10

Tableau 38

Temps de reaction

MOY 1 sujet 1 modul, 3 fois

Contrainte	Δt	5	2	1	0,5		5	2	1	0,5
!										
		0,70	0,63	0,36	0,20		1,46	0,60	0,43	0,53
-2		0,50	0,50	0,43	0,30		0,96	0,60	0,53	0,46
		0,63	0,53	0,26	0,40		0,56	0,50	0,50	0,30
	δΔt	0,20	0,13	0,17	0,20		0,90	0,10	0,10	0,23
		0,70	0,40	0,30	0,36		0,50	0,43	0,36	0,36
0		0,53	0,56	0,43	0,33		0,66	0,70	0,30	0,40
		0,66	0,33	0,43	0,50		0,50	0,50	0,36	0,40
	δΔt	0,17	0,23	0,13	0,17		0,16	0,27	0,06	0,04
		0,76	0,40	0,56	0,40		0,73	0,76	0,73	0,33
2		0,93	0,56	0,53	0,43		0,93	0,46	0,86	0,50
		1,03	0,53	0,56	0,43		0,76	0,66	0,43	0,60
	δΔt	0,27	0,16	0,03	0,03		0,20	0,30	0,43	0,27
						MOYEN TERME				
	Δt	30	20	10	5		30	20	10	5
-2		0,43	0,53	0,33	0,43		1,06	0,80	0,66	0,60
						δΔt	0,66	0,27	0,33	0,17
0		0,40	0,50	0,56	0,63		0,33	0,63	0,66	0,46
						δΔt	0,07	0,13	0,10	0,17
2		0,63	0,43	0,66	0,53		0,73	0,63	0,53	0,60
						δΔt	0,10	0,20	0,13	0,07

Tableau 39

Temps de réaction

MOY 1 modulation 3 sujets ≠

COURT TERME

Contrainte	Δt	5	2	1	0,5		5	2	1	0,5
		0,86	0,53	0,56	0,30		0,66	0,43	0,56	0,53
-2		0,96	0,56	0,53	0,33		0,53	0,43	0,50	0,36
		1,03	0,66	0,36	0,33		0,60	0,53	0,46	0,50
	δΔτ	0,17	0,13	0,20	0,03		0,13	0,10	0,16	0,17
		0,50	0,73	0,83	0,46		0,50	0,36	0,43	0,46
0		0,96	0,60	0,63	0,43		0,56	0,30	0,66	0,40
		1,03	0,46	0,40	0,40		0,76	0,40	0,20	0,83
	δΔτ	0,53	0,27	0,47	0,06		0,20	0,10	0,46	0,13
		0,76	0,60	0,60	0,76		0,56	0,50	0,46	0,80
2		0,46	0,53	0,43	0,33		0,63	0,40	0,56	0,53
		1,10	0,83	0,60	0,33		0,60	0,70	0,53	0,50
	δΔτ	0,34	0,30	0,17	0,43		0,07	0,30	0,10	0,23

MOYEN TERME

	Δt	30	20	10	5	Δt	30	20	10	5
-2		1,00	0,20	0,40	0,33		0,93	0,63	0,50	0,36
						δΔτ	0,07	0,43	0,10	0,03
0		0,53	0,33	0,40	0,40		1,16	0,56	0,26	0,63
						δΔτ	0,63	0,23	0,26	0,23
2		0,36	0,40	0,36	0,26		0,70	0,53	0,56	0,36
						δΔτ	0,34	0,13	0,20	0,10

Tableau 40

CARACTERISTIQUES des ENCHAINEMENTS

A. Essais a Δt variable

	Genres		Indices dynamiques		Types dynamiques		Type spectral	
AA'	Fin pavane Ravel	2 → 2	25	35	044 101	041 101	232443	253432
		10 → 10	36	35	044 101	042111	242443	243432
	début orque 104	20 → 20	36	35	043334 8	042111	243343 3	243432
YM'	Fin barcausa F	2 → 2	26	35	211141	031111	333143	353233
		10 → 10	33	35	042535	232544	343233	332243
	Début "barcause" H	20 → 20	36	35	042535 3	032544	343233 2	342243
BN'	Fin seranissima (symph)	2 → 2	25	30	C12201.	151555	432125	243233
	Début annonce	10 → 10	36	34	122241	042414	443124	343233
	Speaker H	20 → 20	36	34	333243 10	042424	453124 5	343233
MB'	Fin barcause H	2 → 2	16	18	001102	231102	343144	453122
		10 → 10	34	25	333455	132222	343144	444122
	Debut Alborada	20 → 20	34	30	133455 9	132222	333144 6	354122
CC'	Fin ouv Fidelio	30 → 10	32	34	053211	.443445	243232	253232
	Debut Iberia				14		4	
NY'	Fin speaker H	30 → 10	32	25	043535	032545	343233	353132
	Dabut barcause F				3		2	
DZ'	Fin E. Zahn	30 → 10	28	31	042233	252535	153223	243243
	(symph) Début barcause F				8		1	
ZD'	Fin speaker F	30 → 10	31	32	033585	432553	253243	342242
	Debut Fidélio				9		4	

B. Essais avec bruit

MoD		Genres		Indices dynamiques		Types dynamiques		Types spectraux	
M_1	M'2	Fin Fidélio (symph)	Debut Fidélio (syinph)	39	34	403334 3	402424	253221	263231
M_1	$\mu'2$		musique militaire		19	4	303322		253243
C_1	C'2	Fin Lieder. Fisher Dieskau	debut Lieder LD	40	18	244335 6	222434	254324	253234
	$\delta'2$		Dominicains		18	10	122222		265223
P_1	M'2	Vous allez entendre...	debut Fidelio	42	34	053535 14	402424	244232	263231
$\bar{\omega}_1$	M'2	Le devaloppement psychomoteur ...		41		053525 12		253233	
M_1	P'_1	Fin Fidelio	--soirée musicale ...	39	34	403334 10	045455	253221	254222
M_1	$\bar{\omega}'_1$		--Analyse des systèmes		46	6	422535		244232
P_2	C'2	Célèbre baryton -	debut Lieder FD	41	18	253525 7	222434	244233 3	253234
$\bar{\omega}_2$	C'2	--organes humains...		51		253535 6		254222 4	
C_1	P'2	Fin Lieder F Diesk	vanez d'entendre FD..	40	40	244335 5	033425	254324	254232
C_1	$\bar{\omega}'2$		le flot de l'information moderne ...		36	5	152535		243233
P_3	P'_3	vacances foule	gardez votre	46	40	403525 6	322424	255223	254233
$\bar{\omega}_3$	P'_3	l'année ... Ruy Blas	condition physique	48		253535 7		244233	
B.rose		échelon de bruit quasi. rose		1		040000		242243	
br	faible	bruit de studio faible		23		013313		432145	
BR	fort	bruit d'usine fort.		9		023102		532134	

Tableau 41

TABLEAU DE RESULTATS "INTERMEDIAIRES

		a	b	c	d	e	f	g	h	i
(A)	M	-2	-2	-1	0	1	5	2	3,5	2
	S	0,5	0,5	0,5	1	1,3	4	3,5	4	3
	Qu	-1	0	1	2	1,5	5	2	4	3
	Ord	-3	-6	-2	-1	0	4	1	3,2	2,5
[AA']	Sou	-2	-2	0	0	1	4	2,5	4	2
	Rel	-1	-1	-1	1,2	2	4	2,5	3	2
	M	-1	-3	0	1	1	3	2	5	2,5
	S	-1	-4	-3	0,5	0	3	3	4	0
	Qu	-1	-3	-1	1	0	4	2	4	2
(Eco)	Ord	-2	-4	-1	1,6	1,3	4	2	4,5	2
	Sou	-2	-2	0	1	1	3	3	4	2
	Rel	-1	-7	-3	0	0	4	6	4	1

		a	b	c	d	e	f	g	h	i
(A)	M	-11	-16	-20	-5	-8	-5	-6,5	-5	-7,5
	S	-10	-12	-15	-8	-10	-7,5	-7	-6	-7
	Qu	-10	-11	-13	-9	-9	-7	-7	-4	-7
	Ord	-15	-20	-16	-8	-9	-6	-7	-7	-7,5
[BN']	Sou	-20	-19	-18	-7	-9	-5	-6	-5	-6
	Rel	-10	-15	-20	-10	-11	-7	-8,5	-6	-7,6
	M	-16	-17	-20	-13	-10	-7	-7	-7	-6
	S	-9	-12	-20	-8	-9,5	-6	-7	-4,5	-8
	Qu	-10	-11	-20	-8	-8	-4	-7	-7	-7
(Eco)	Ord	-11	-18	-20	-8	-10	-9	-9	-6	-7
	Sou	-11	-12	-20	-7	-8	-4	-6	-6	-6
	Rel	-10	-12	-20	-7,5	-9	-8	-6	-6	-8

		a	b	c	d	e	f	g	h	i
[YM']	M	-10	-8	-7	-4	-5	-4	-6	-4	-5
	S	-15	-11	-9,5	3	-7	-9	-11	-9	-9
	Qu	-13	-10	-9	-4	-7	-7	-8	-8	-8
(A)	Ord	-10	-9	-8,5	-7	-5	-5	-8	-6	-7
	Sou	-12	-10	-8	-5	-5	-5	-6	-7	-7
	Rel	-10	-12	-9	-8	-7	-7	-8,5	-8	-8
	M	-9	-8,5	-8	-4	-3	-3	-2,5	-3	-4
	S	-20	-14	-12	-9	-10	-9	-11	-10	-9
	Qu	-12	-10	-8	-6	-7	-7	-7	-6	-6
(Eco)	Ord	-10	-10,5	-9	-6	-7,5	-5	-7	-7	-6,4
	Sou	-11	-11	-10	-7	-7	-7	-7,5	-7	-6
	Rel	-11	-10	-9	-7	-7	-6	-7	-6	-7

		a	b	c	d	e	f	g	h	i
[MB']	M	8	1	-1	5	3	15	3	9	3
	S	6	-1	1	-7	4	11	2	9	2
	Qu	7	-1	-1	5	4	11	4	9	2
(A)	Ord	7	0	-1	2	2	10	1	9	3
	Sou	5	0,6	-1	4,2	2	11	2	9,5	2
	Rel	9	0	-1	5	4	10	2	8	3
	M	6	1	1	3	2,2	9	1	9	2,5
	S	7	0	0	4	3	11	1,5	10	3
	Qu	8	2	0	3	3	8	1	11	2
(Eco)	Ord	8	1	0,5	5	2	11	2	8,5	2,5
	Sou	7	2	1	3	1	9	0	8,5	2
	Rel	7	-1	0	4	2,5	9	2	9	2

		Ecart			
		A	B	B-A	int
[CC']	M	-1,5	-2	-0,5	-1,8
	S	-2	-1,5	0,5	-1,5
(A)	Qu	-1,3	-1,5	-0,2	-1,4
	Ord	-1,5	-1,5	0	-1,5
	Sou	-1,2	-1,6	-0,4	-1,4
	Rel	-1	-1,5	-0,5	-1,4
	M	-2	-2,4	-0,4	-2,1
	S	-2	-2	0	-2
	Qu	-1,2	-2,2	-1	-1,7
(Eco)	Ord	-0,8	-1,9	-1,1	-1,2
	Sou	-1,3	-1,8	-0,5	-1,5
	Rel	-1,1	-1,8	-0,7	-1,5

		Ecart			
		A	B	B-A	int
[NY]	M	2,4	2,4	0	2,4
	S	3	2	-1	0
(A)	Qu	3,2	3,8	0,6	3
	Ord	2,6	3,4	0,8	3
	Sou	3	2,2	-0,8	2,6
	Rel	3	3	0	3
	M	1,9	2,6	0,7	2,3
	S	2,1	1,9	-0,2	2
	Qu	3	4	1	3,8
(Eco)	Ord	2	2	0	2
	Sou	3,3	2,2	1,1	3
	Rel	2,1	-2,6	-0,5	-2,4

		Ecart			
		A	B	B-A	int
[DZ]	M	-2	-1,5	0,5	-2
	S	-4	-4	0	-3
(A)	Qu	-3	-3	0	-3
	Ord	-2	-3	-1	-2,6
	Sou	-2	-2	0	-2
	Rel	-3	-3	0	-3
	M	-3	-3,8	-0,8	-3,6
	S	-3	-4	-1	-3,5
	Qu	-2	-3	-1	-2,5
(Eco)	Ord	-5	-5	0	-5
	Sou	-3	-3	0	-3
	Rel	-2	-3	-1	-2,5

		Ecart			
		A	B	B-A	int
[ZD]	M	-4,4	-4,6	-0,2	-4,5
	S	-3,6	-4,8	-1,2	-4,2
(A)	Qu	-4,2	-5	-0,8	-4,6
	Ord	-4,1	-5,2	-0,9	-4,7
	Sou	-4,2	-5	-0,8	-4,7
	Rel	-3	-4,5	-1,5	-4
	M	-4	-5	-1	-4,5
	S	-2,3	-4,1	-1,8	-3
	Qu	-4	-4,5	-0,5	-4,3
(Eco)	Ord	-3,9	-4,8	-0,9	-4,4
	Sou	-3,2	-1	-2,2	-1,4
	Rel	-3,8	-3,8	0	-3,8

Tableau 42

TABLEAU DE RESULTATS "INTERMEDIAIRES" (niveaux)

AA'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A 1	-7	-4	-5	-1,5	1,2	5,4	4,2	4	1,4
2	-1,6	-1,6	-2	1,7	0,2	3,8	1,4	2,5	1,5
3	-1	-1	-0,5	1,6	1,8	3	3,2	3,2	2,8
4	-1	-1,5	1,2	2,5	1,4	5	1,2	2,5	4,8
5	0,5	-1,8	-2,5	1,7	1,2	4,2	2	3,5	4
Eco 1	1,5	-4,2	-2	1	0	2,2	0	4	1
2	-3,5	-4,5	-3,2	0	-2,2	3	4	2,5	2
3	-1,5	-2,5	-1	1,2	1,8	5	1,8	4	2,8
4	-1,2	-3	-0,5	1	0,8	2,5	0,2	3,5	1
5	0	-3	-0,8	2	1	6	2	5	2,5

BN'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A 1	-9	-7	-14	-8	-10	-7,5	-6,8	-6	-7,8
2	-13	-15	-13	-11	-10,5	-6,2	-7,5	-7,5	-7,5
3	-14	-15	-12	-7,5	-11	-9	-6	-5	-7,5
4	-18	-15	-16	-7,5	-8,5	-4,5	-10	-5	-6
5	-9,5	-9	-9	-7	-8,5	-4,5	-9,5	-6	-7
Eco 1	-6	-9	-9	-8	-4,5	-5,5	-5	-4	-5
2	-11	-9	-13,5	-10,5	-7,5	-4,5	-6	-7,5	-7,2
3	-9,5	-12	-20	-12	-12	-7	-8	-6	-7,2
4	-10,5	-14	-20	-11,5	-10	-7	-7	-9	-7,2
5	-13	-13	-12	-6	-10	-1,2	-5	-5	-6,2

YM

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A 1	-1,2	-8,5	-7,5	-4	-3,8	-4,5	-3,5	-5	-4,8
2	-11	-10	-7,2	-6	-4	-5	-5	-5,5	-6
3	-12	-9,5	-11	-6	-6,3	-6,2	-5,5	-8	-6,3
4	-9	-9	-9	-4,5	-8	-8	-8	-7,5	-8,5
5	-12	-8,5	-11	-6	-7	-7	-9	-10	-10
Eco 1	-10	-9	-3	-3	-5	-2	-2	-6	-3,5
2	-10,5	-10,5	-10	-4,5	-6	-6	-10	-7	-8
3	-10	-12	-8,5	-8,5	-8,5	-6,5	-7,4	-7	-7
4	-12	-10	-10	-7,5	-7,5	-7	-7,5	-6	-6
5	-13	-10	-10	-5	-6	-6,5	-9	-6,5	-6,5

MB'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
A 1	1,2	1,8	0,8	6,8	6	9	3	10	3,8
2	10	0,8	0	4	3	15	3	11	2,2
3	4	-0,4	-0,5	3	3	10,5	2,8	8	8,2
4	8	2,5	-0,5	3	2	8	3,2	8	2,5
5	4	-4	-1,6	1,5	2,5	10	-1,5	8	1
Eco 1	9	2,5	3	3	2	7	1,5	10	4
2	6	-1,2	1	3,5	4,5	9	2,5	12	3
3	10	2,5	0	4	4	9,5	1,8	11	4
4	5	0	-1,5	3,5	2,5	10	2	8	0
5	5	-1	0	4	3	9	3	2,5	2

CC'

	A	B	B-A	int*
A 1	-0,8	-0,8	0	-0,8
2	-1,2	-1,6	-0,4	-1,5
3	-2	-0,5	1,5	-1,5
4	-0,5	-0,5	0	-0,5
5	-2,8	-4	-1,2	-3
Eco 1	-1	0,8	1,5	-0,8
2	0	-2	-2	-1,5
3	-1,8	-2	-0,2	-1,2
4	-1,8	-1,6	0	-1,5
5	-2,1	-2,4	-0,8	-2,5

NY'

	A	B	B-A	int
A 1	1,6	1,4	-0,2	1,5
2	1,5	1,4	-0,1	1,6
3	3	3,5	0,5	3,5
4	3,8	3	-0,8	3
5	5,2	4,6	-0,6	5
Eco 1	0	0,8	0,8	1
2	1	4	3	2
3	4	1	-3	2,5
4	3	1,5	-1,6	2
5	3,4	3,6	0,2	3,5

DZ'

	A	B	B-A	int
A 1	-2	-3,5	-1,5	-2,8
2	-2	-2	0	-2,1
3	-2,5	-2,5	0	-2,5
4	-2,8	-3	-0,2	-2,9
5	-1,5	0	1,5	-1
Eco 1	-1	0	1	-0,5
2	-4,2	-1,4	2,8	-3
3	-2	-4	-2	-3
4	0	-4,5	-4,5	0
5	-3	-2	-1	-2,5

ZD'

	A	B	B-A	int
A 1	-2	-2	0	-2
2	-5,5	-3	2,5	-4,5
3	-1,5	-5	-3,5	-3,5
4	-2,5	-3,4	-0,9	-2,8
5	-6	-6,7	-0,7	-5,5
Eco 1	-0,5	-2,5	-2	-3
2	-1,6	-3	-1,5	-2
3	-3	-6	-3	
4	-4	-4	0	-4
5	-6,5	-6	1,5	

* interpolé sur les moyenne de A B

TABLEAU DE RESULTATS "INTERMEDIAIRES" (bande passante)

AA'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	1	1,5	1	2,5	3	4	2	2	3
2	-2	-4	-3	1,6	-4	2	-1,5	2	0
3	0	-2	-1	0	0	3,5	1	4	1
4	-2	-3,5	1,5	-1	-1,3	4,2	0	2	2
5	-0,8	-4,2	-1	-1	0,8	5,2	1,2	7,2	2

114 Com

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	-1	-6	-6	-1	0	0	0,5	4	2
2	2	0	2	-0,8	0	0,6	0,8	2	3
3	-1,2	-2,6	-1	0,5	-0,8	4,8	3	2,5	3
4	-3	-6	-6	-3	-3	4	0	1	2
5	-12	-11	-9	-9	-12	-9	-8	-6	-9

114 Rad

BN'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	-14	-12	-14	-4	-5	-3	-1,5	0	-1
2	-5,5	-15	-20	-10	-10	-10	-3	-2	-8
3	-8	-7,5	-3,5	-1,5	0	-2	-1	4	0
4	-10	-10	-4	-1	-3,5	-2	-1,4	2	-3
5	-9,2	-9,5	-11	-8,2	-9	-3	-5	-7,6	-7,6

114 Com

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	-1	-10	-10	-8	-10	-4	-7	-4	-7
2	0	0	1,2	-0,8	1,5	5	2	4,5	2,2
3	-10,8	-9	-10,5	-8,2	-10	-6,8	-6,8	-0,8	-0,8
4	-4	-6,5	-6	-5	-1,4	-2	0	1	-4
5	-1	-10	-8	-6	-5	-2	-2	2	-6

114 Rad

YM'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	-13	-11	-12	-6	-6	-5	-9	-7	-10,5
2	-10	-15	-12	-10	-7	-3	-9,5	-4	-9
3	-9,5	-10,5	-8,5	-4	-3,6	-8	-7,5	-3	-7
4	-8	-7,6	-9	-4	-6	-7	-7	-3	-5
5	-20	-13	-11	-10	-10,2	-7	-15	-9,5	-10

114 Com

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	-11	-11	-13	-10,5	-10	-1,5	-11	-8	-5
2	-10	-12	-8	-11	-10	-6	-10	-9	-10
3	-9	-9	-9	-8	-4	-4	-8	-7	-7,5
4	-10	-10	-12	-8	-6	-5	-9	-6	-8
5	2	-3	-7	0	-6	-1	-6	3	-4

114 Rad

MB'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	4,6	1	4	6	4	11	3	6	7
2	2	-1	-1	4	2	4	2	8,2	1,7
3	4	1,5	-1	0	-1	4	-3	6	0
4	6	2	-1	2,8	3	7,5	2	9	2
5	4	-6	-1,2	-4	-0,2	5	-2,2	8	0

114 Com

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	1	2	0	4	1,5	7,5	1,5	8	2
2	-16	-12	-11	-9	-8	-6	-10	-9	-8
3	9	-4,5	-5	-3	-3,5	7	-2	2	3
4	1	0	1	2	3	4,5	-1	9	6
5	3	-6	-3	0	-1	2	-1	7	0

114 Rad

CC'

	A	B	Ecart B-A	Ecart Int*
1	0	-1,5	-1,5	-1
2	-1,7	-1,2	0,5	-1,5
3	3	1,2	-1,8	1,5
4	2	2	0	2
5	2	2	0	2

114 Com

	A	B	Ecart B-A	Ecart Int*
1	2,5	1	-1,5	1,5
2	-0,2	0	0,2	0
3	1,5	0	-1,5	1,2
4	1	0	-1	0,5
5	-4	-1	3	-2

114 Rad

NY'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	3	1,5	-1,5	2
2	0	-1	-1	-0,5
3	1	-1,3	-2,3	-0,3
4	2	2	0	2
5	5	5	0	5

114 Com

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	5	7	2	7
2	-1,6	4	5,5	0,5
3	1	5	4	2,6
4	7	-1	-2	2,5
5	2	0	-2	0

114 Rad

DZ'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	1	1	0	0
2	-1	-1,5	-0,5	-1,2
3	0	1	1	-0,5
4	0,7	0	0,7	-0,1
5	0,4	0,1	-0,3	0

114 Com

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	0	-2	-2	-1,5
2	-1,2	-2	-0,8	-1,5
3	0	-2	-2	-1
4	-1	2	3	0
5	-2	2	4	-2

114 Rad

ZD'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	-3,5	-1,5	2	-2
2	-3	-1,5	1,5	-3
3	-0,8	-1,6	-0,6	-1,5
4	-1,5	-2,2	-0,7	-0,5
5	-4	-5,5	-1,5	-5

114 Com

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	-1	-4,5	-3,5	-3
2	-3	-2,5	1,5	-3
3	-1,8	-1,4	0,4	-1,5
4	-1	0	1	-2
5	-7	-6	-1	5

114 Rad

*Interpole sur les moyennes de A, B

Tableau 44

TABLEAU DE RESULTATS "INTERMEDIAIRES A + Eco, M, S, Qu, Sou, Com

AA'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
M 1	-8	-12	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0
M 2	-2	1	1	2	1,5	0	2	1,6	3
M 3	0	-1,5	0	-1	1	3	3,5	3,5	3
M 4	-4	-2	-1	-1	0	4	1,5	4,5	3
M 5	-1	-1	1	5	3	6	2	1	6
S 1	6	-1	-1	1	-2	1	1	3	2
S 2	1,7	1	-1	0	-2	0	3	2	-4
S 3	0	-1	0	3,5	2	4	3	5	2
S 4	2	0	0,8	3,2	4	4	2	4	3
S 5	0	-1	0	1	0	3	4	4	2

BN'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
M 1	8	5	-1	-7	-4	-9	-6	-2	-6
M 2	-9	-14	-8,5	-9	-4	-2	-7	-7	-8
M 3	-10	-18	-20	-9	-10	-8	-7,5	-9	-7
M 4	-11	-12	-14	-8	-10	-8	-8	-9	-3
M 5	-9	-7	-20	-9	-8	-7	-3	-3	-3
S 1	6	-4	6	-6	-9	-6	-3	-2	-6
S 2	-10	-10	-9	-8	-9	0	-5	-3	-6
S 3	-11	-14	-17	-9,5	-12	-12	-9	-8,5	-9
S 4	-8,5	-9	-10,5	-8	-8	-7,5	-7	-9	-6
S 5	-7	-6,5	-10	-5	-2	-1	-4	-6	-4,5

YM'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
M 1	-8	-8	-5	-4	0	0	-3	-7	-3
M 2	-7	-4	-3	-4	-1	-2	-3	-2	-3
M 3	-8	-8	-3	-1,5	-1	-3	-4	-4	-4
M 4	-10,5	-10,5	-10,5	-3	-4	-5	-2	-4,5	-4,5
M 5	-12	-11	-10	-10	-10,5	-11	-16	-11	-10
S 1	-10	-9	-8	-6	-7	-9	-8	-8	-4
S 2	-20	-10	-5	-9	-9	-8	-9	-9	-9
S 3	-10	-10,5	-9	-10	-10	-10,5	-19,5	-17	-9
S 4	-8	-9	-12	-7,8	-6	-8	-10	-8	-8
S 5	-20	-12	-15	-6	-8	-9	-16	-12	-8

MB'

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
M 1	9	2	1	8	6	20	7	12	3
M 2	6	1	-1	3	5	5	5	12	0
M 3	3	0	3	5	2	9	1,8	9	3
M 4	5	3	5	4,5	2	6	1	9,5	4
M 5	6	4	1	7	2	9	6	9,5	2
S 1	9	0	0	8	4	9	-1	-8	0
S 2	5	0	0	5	4	9	6	12	4
S 3	4	-1	-1	2	3,5	6	3	8,5	2
S 4	6	0	3	4	-6	9	5	9	1
S 5	3	-3	1,5	1,5	1	9	0	6	0

CE'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int*
M 1	1	0	-1	-1
M 2	0,2	-3	-3,2	-2
M 3	-0,5	-2	-1,5	-2
M 4	-1,5	-2	-0,5	-1
M 5	-0,6	-3	-2,4	-1,5
S 1	-2	0	2	0
S 2	-1,5	-1,5	0	-2
S 3	-3,6	-1	2,6	-1,9
S 4	0	-4	-4	-2
S 5	-5	-1	4	-2

NY'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	-6	-3	3	0
2	4	1,5	-2,5	2,5
3	2	0	-2	2
4	4	2	-2	2,5
6	4	7	3	6
1	0	0	0	0
2	0	2	2	0,5
3	2,5	3,5	1	3
4	3	2	-1	-1
5	2	6	4	3,5

DZ'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	-1	-3	-2	-1
2	-3	-2	1	-2,5
3	-3,5	-5	-1,5	-4,5
4	1	-4	-5	-1
5	-2	-2	0	-2
1	-2	-1	1	-1,2
2	-5	-2	3	-4
3	0,5	-6	-6,5	-2
4	-1	-4	-3	-3,5
6	-4	-1,5	2,5	-3

ZD'

	A	B	Ecart B-A	Ecart int
1	-6	-5	1	-5
2	-3	-3,2	-0,2	-4,5
3	-4	-5	-1	-4,5
4	-2	-5	-3	-4
5	-3	-3	0	-3
1	-2	-4	-2	0
2	-4	-6	-1	-5
3	2	-5	-7	-1
4	-4	-1	3	-3
6	-5	-7	2	-7

*interpolé sur les moyennes de A,B

Tableau 45

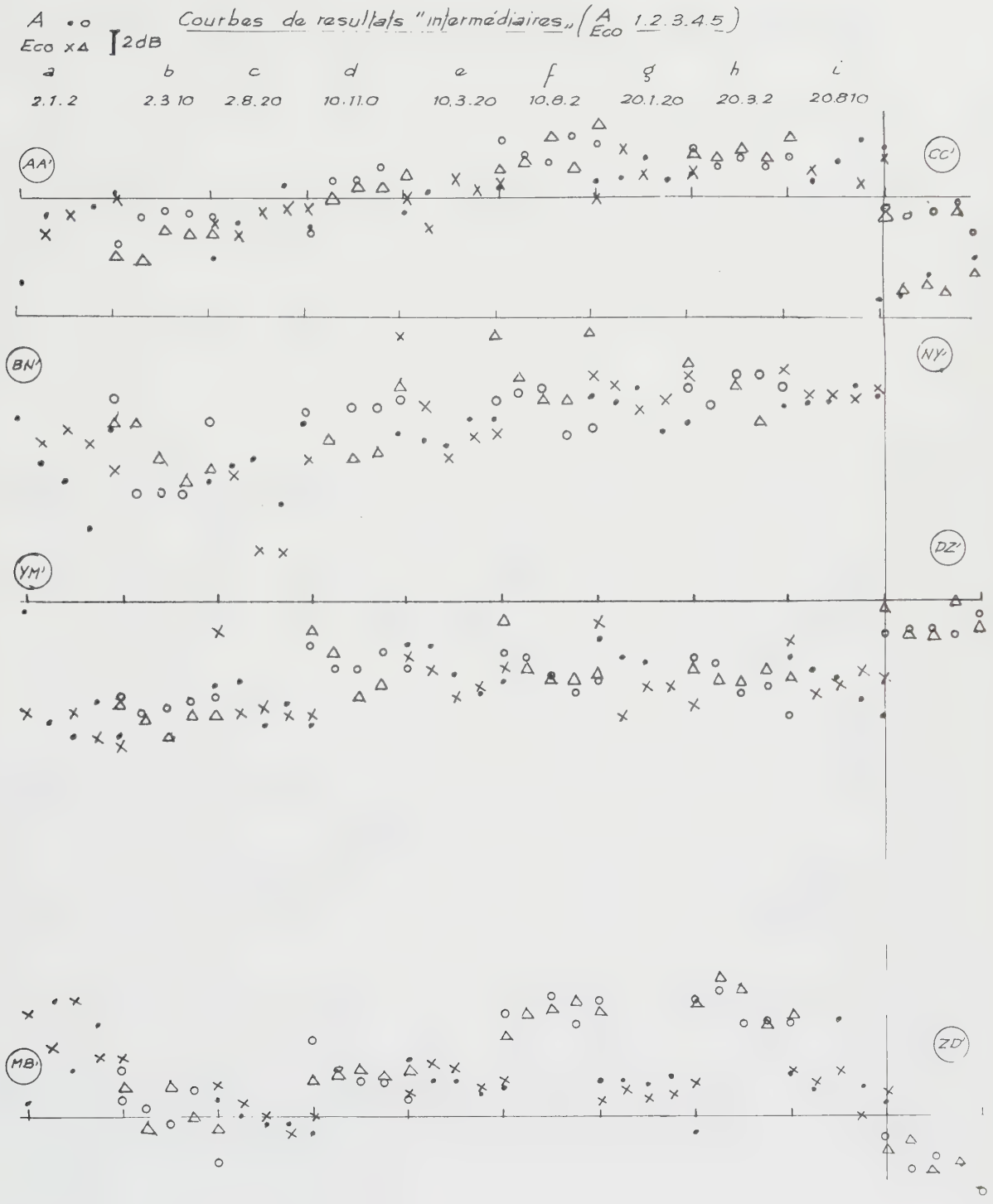

A • o
Eco x Δ
2dB
Courbes de resultats "intermédiaires" (A Eco 1.2.3.4.5)
a
b
c
d
e
f
g
h
i
2.1.2
2.3.10
2.8.20
10.11.0
10.3.20
10.8.2
20.1.20
20.3.2
20.8.10
AA'
CC'
BN'
NY'
YM'
DZ'
MB'
ZD'

Tableau 46

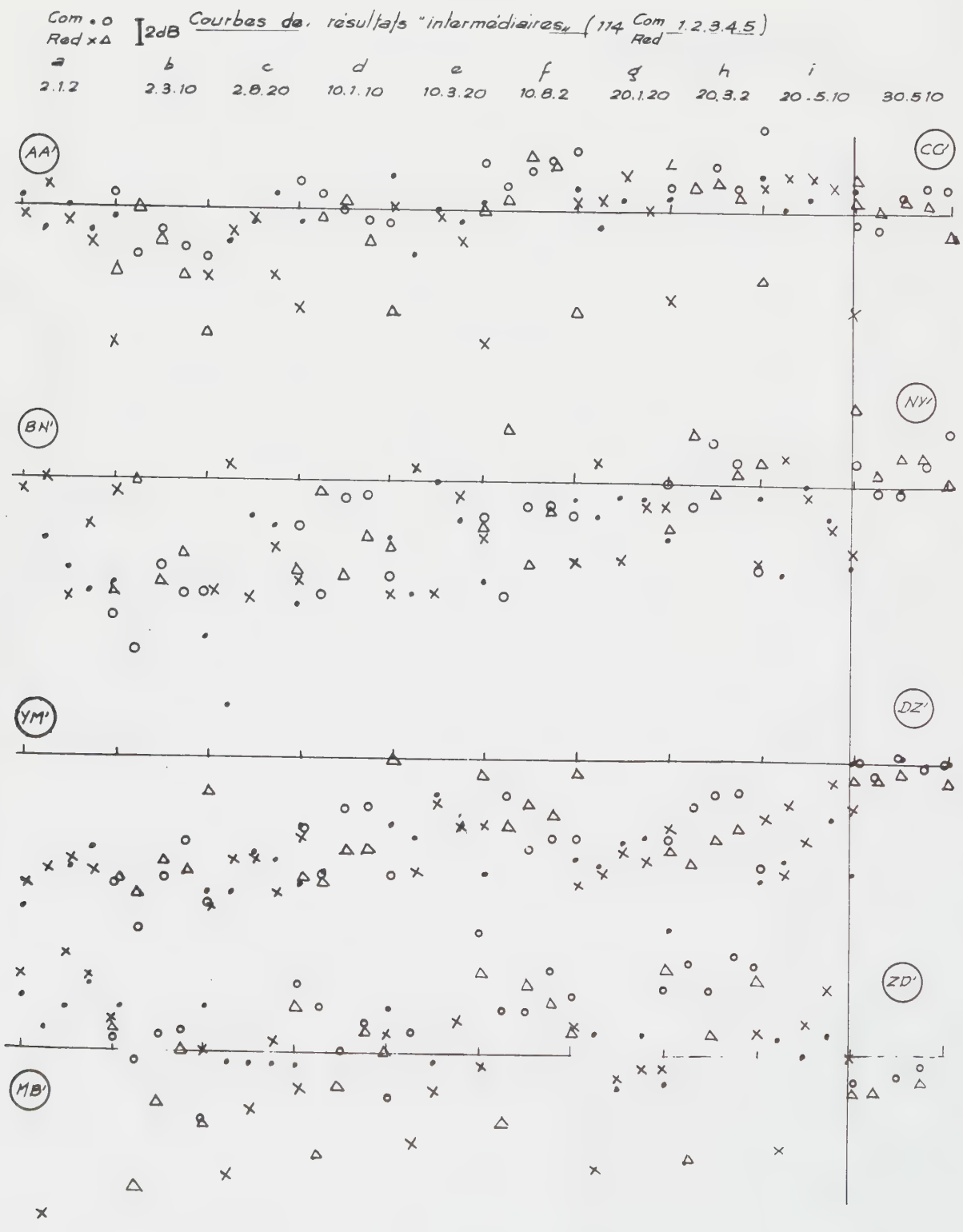

Com • o
Red × Δ
I 2dB
Courbes de résultats "intermédiaires" (114 Com / Red 1.2.3.4.5)
a 2.1.2
b 2.3.10
c 2.8.20
d 10.1.10
e 10.3.20
f 10.8.2
g 20.1.20
h 20.3.2
i 20.5.10
30.5.10
AA'
CC'
BN'
NY'
YM'
DZ'
ZD'
MB'

Tableau 47

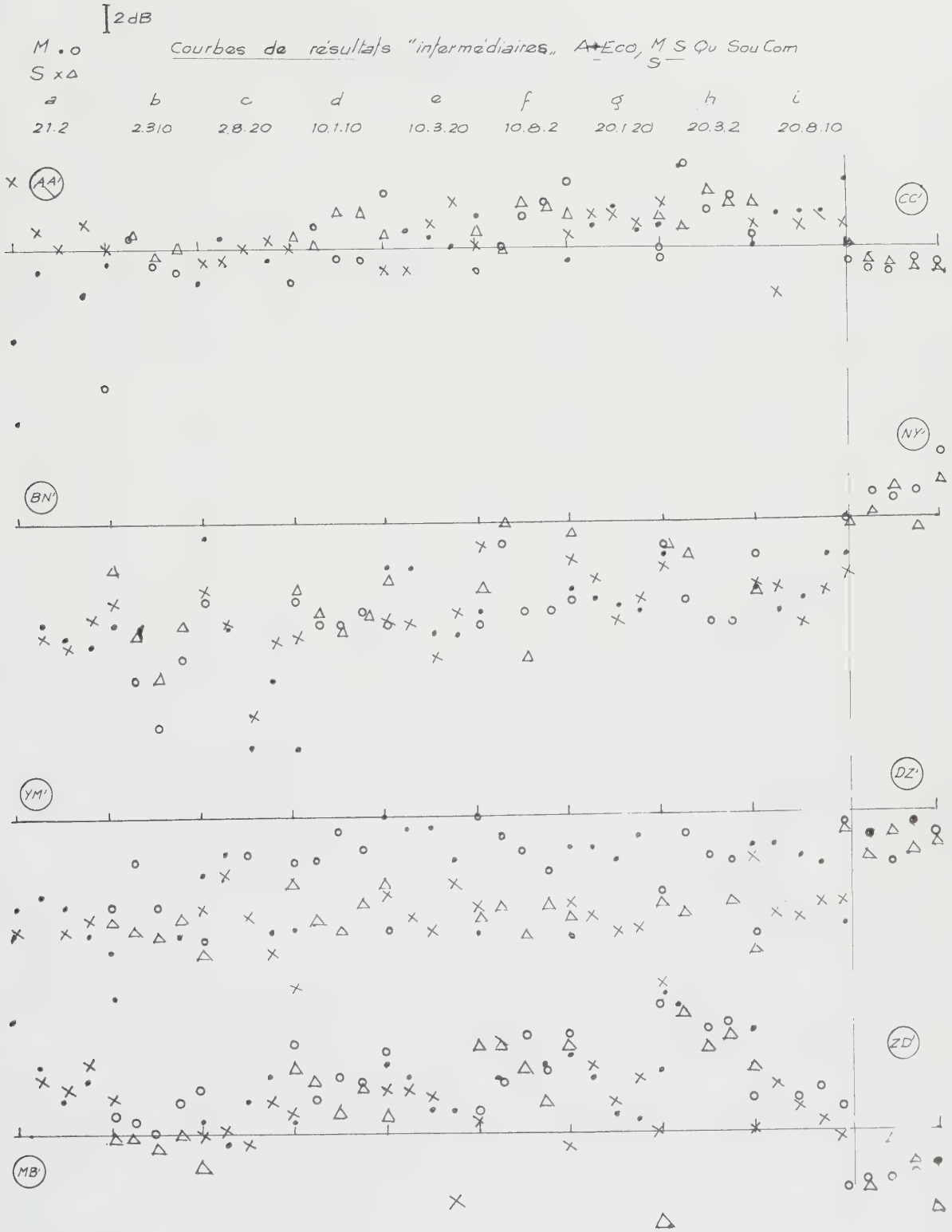

2 dB
M • o
S x Δ
Courbes de résultats "intermédiaires" A Eco, M S Qu Sou Com
S
a
b
c
d
e
f
g
h
i
21.2
2.3.10
2.8.20
10.1.10
10.3.20
10.8.2
20.1.20
20.3.2
20.8.10
AA'
CC'
NY'
BN'
YM'
DZ'
ZD'
MB'

Tableau 48

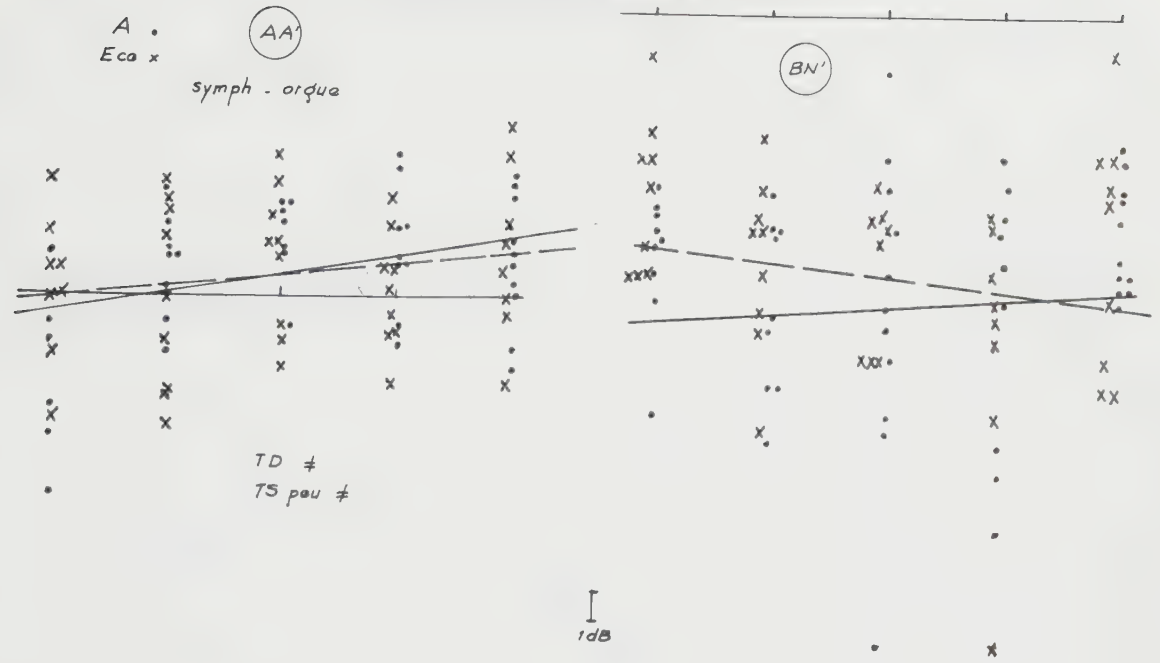
"AMPLITUDES" et "PENTES CENTRALES" (en dB/16dB)

		a 2.12		b 2.3.10		c 2.8.20		d 10.1.10		e 10.3.20		f 10.8.2		g 10.1.10		h 20.3.2		i 20.8.10	
(AA')	A	7,5	0,6	2,2	0,1	2,5	3,2	4	0,8	3	1,2	2	1,2	2	0,2	1,5	0	3,4	3,3
	Eco	5	2,3	1,7	0,5	2,7	2,7	2	1	4	2,7	3,5	0,5	4	3,8	1,5	0	1,8	-1
	Com	3	0	5,1	0,5	4,5	4,5	3,5	-2,6	7	2,7	3,2	2,2	3,5	1,5	5,2	0	3	2
	Red	14	-5	11	-6	11	-8	9,5	-2,8	12	-3	9	-3,4	11	-9,8	5,2	0	3	-2
	M	8	-2	13	-3	4	-2	8	3	5	-1,5	8	4	4,5	-0,5	8,6	-3,1	6	0
	S	6	0,3	2	-1	1,8	1,8	3,5	3,2	6	6	4	4	3	-1	3	2	7	7
(BN')	A	9	5	8	0	7	3	4	-3,5	2,5	2	4,5	-1,7	4	-2,5	2,5	-2,5	1,8	-1,5
	Eco	7	-0,5	5	-5	11	-6,5	6	-1	3	-2,5	5,5	-2,5	3	-1	5	-1,5	1,2	0
	Com	4,8	4,5	7,5	5	16,5	16	9	9	10	6,5	8	8	4	1,6	7,6	4	8	5
	Red	10,6	-4	10	-6,5	10,2	-7,2	7,4	-4,2	11,5	-3,9	11,8	-7	9	-2	8,5	-3,5	9,2	-6,2
	M	20	-2	23	6	19	-5,5	2	1	6	-6	7	-6	5	-1	7	-2	5	+5
	S	5	1,6	10	1	2,5	-1,5	4,5	0	10	1	12	-7,5	6	-2	7	-6	4,5	0
(YM')	A	10,8	2	1,5	1	3,5	-1,8	2	1,5	4,2	-4	3,5	-3	5,5	-3	5	-2	5,2	-2,5
	Eco	3	-1,5	3	0,6	1	0	5,5	3	3,5	-1,5	5	-1	7	2,5	1	-1	5,5	-2
	Com	12	2	7,4	7,4	3,5	3	6	6	6,6	1	4	-4	8	2,5	4	1	5,5	4
	Red	13	0	9	2	6	-3	11	3	6	4	5	1	5	1	12	3	6	2
	M	5	-3,5	7	-6,5	7,5	-7,5	8,5	1	10,5	-3	11	-3	14	1	9	-2,5	7	-5
	S	11	+11	3	-1	7	-7	4	11,2	4	3	2,5	0	7	-1	9	-1	5	1
(MB')	A	8,8	-2	2,9	1,3	2,4	-0,5	5,3	-1	2,5	-1	7	-7	4,5	0,2	3	-3	7,2	0,3
	Eco	5	-1	3,7	1,2	4,5	-2,5	1	0	3	1	1,5	-0,5	4	-9,5	4	-4	4	-3
	Com	4	4	8	3	5,2	0	10	-1,2	5	1	7	3,5	5	0	3	0,8	7	0,3
	Red	22	12	12	12	12	12	13	11	11	11	13	10,5	11,5	9	18	18	14	14
	M	6	-1	4	2	6	6	5	1,5	4	-3	7	1	6	-4	3	-2,5	4	4
	S	6	1	3	2	4	3	4,5	-1	10	-10	6	-6	7	-1	20	-3	4	-3

	A		Eco		Com		Red		M		S	
CC'	2,5	1	1,3	0	3,5	3,5	2	0,5	1	1	2	0
NY'	3,5	1,4	2,5	0	5,5	2,5	1	2	6	0	4,5	-1,5
DZ'	1,9	-0,8	3	3	1,7	0,7	2	1,5	3,5	1,5	2,8	0,5
ZD'	4,5	1,7	4	-2	4,5	2,5	3	1	2	0,5	1	2

Tableau 49

GROUPEMENT DES CASES DU CARRÉ LATIN



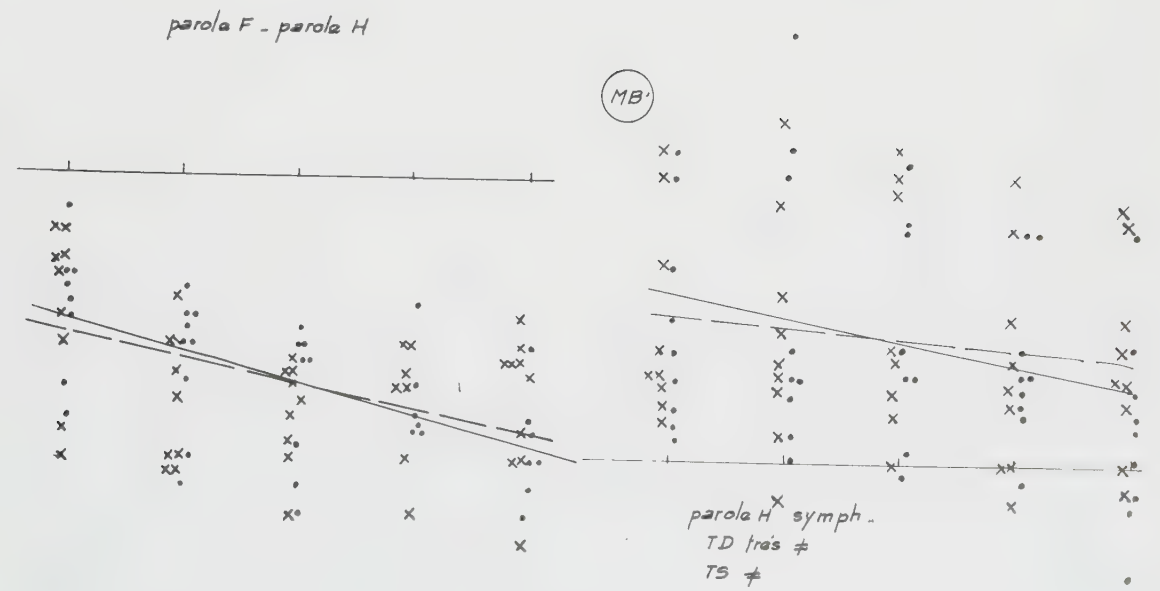


Tableau 50

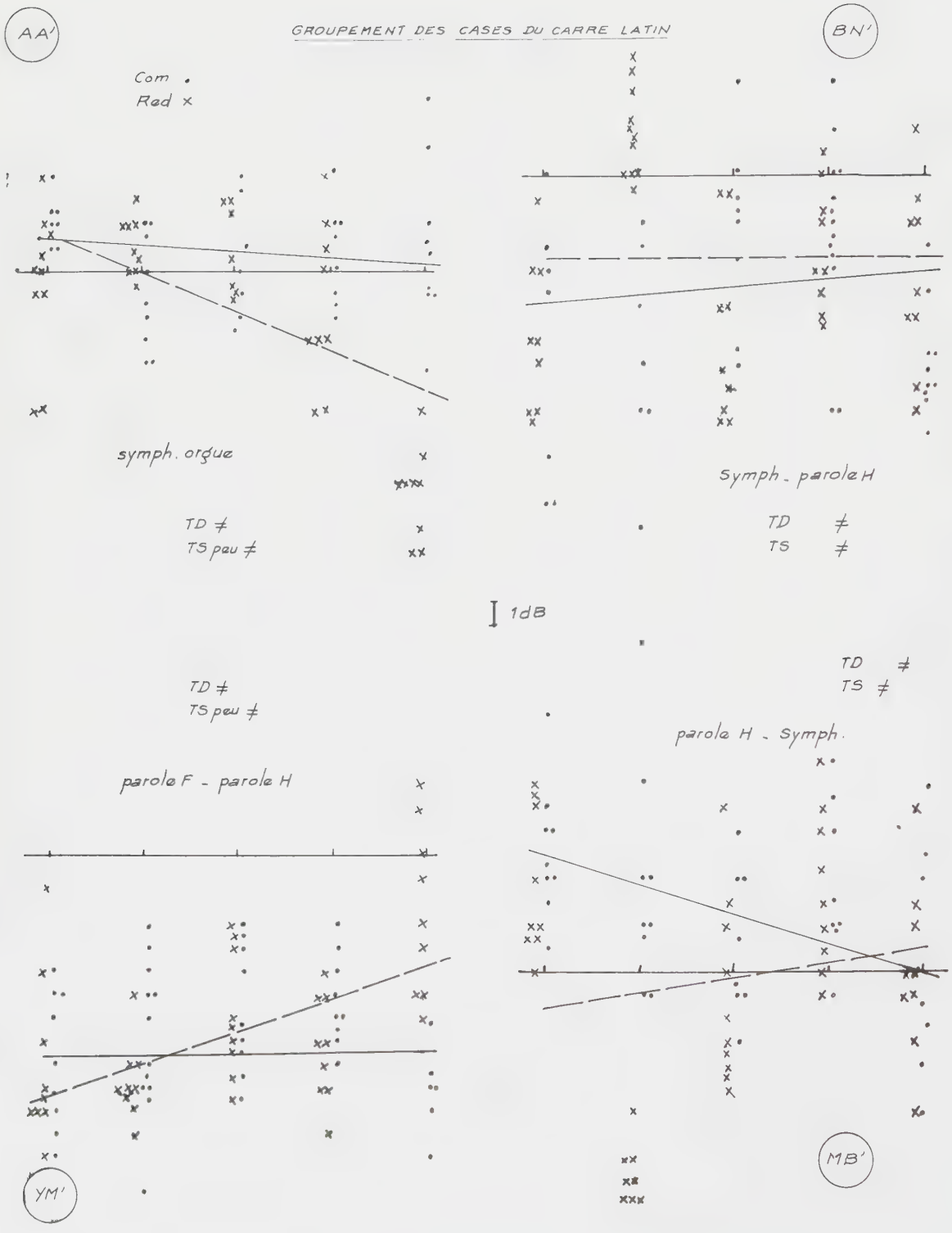

GROUPEMENT DES CASES DU CARRE LATIN
AA'
BN'
Com •
Red ×
symph. orgue
TD ≠
TS peu ≠
Symph - parole H
TD ≠
TS ≠
1dB
TD ≠
TS peu ≠
parole F - parole H
YM'
TD ≠
TS ≠
parole H - Symph.
MB'

Tableau 51

Groupement des cases du carré latin

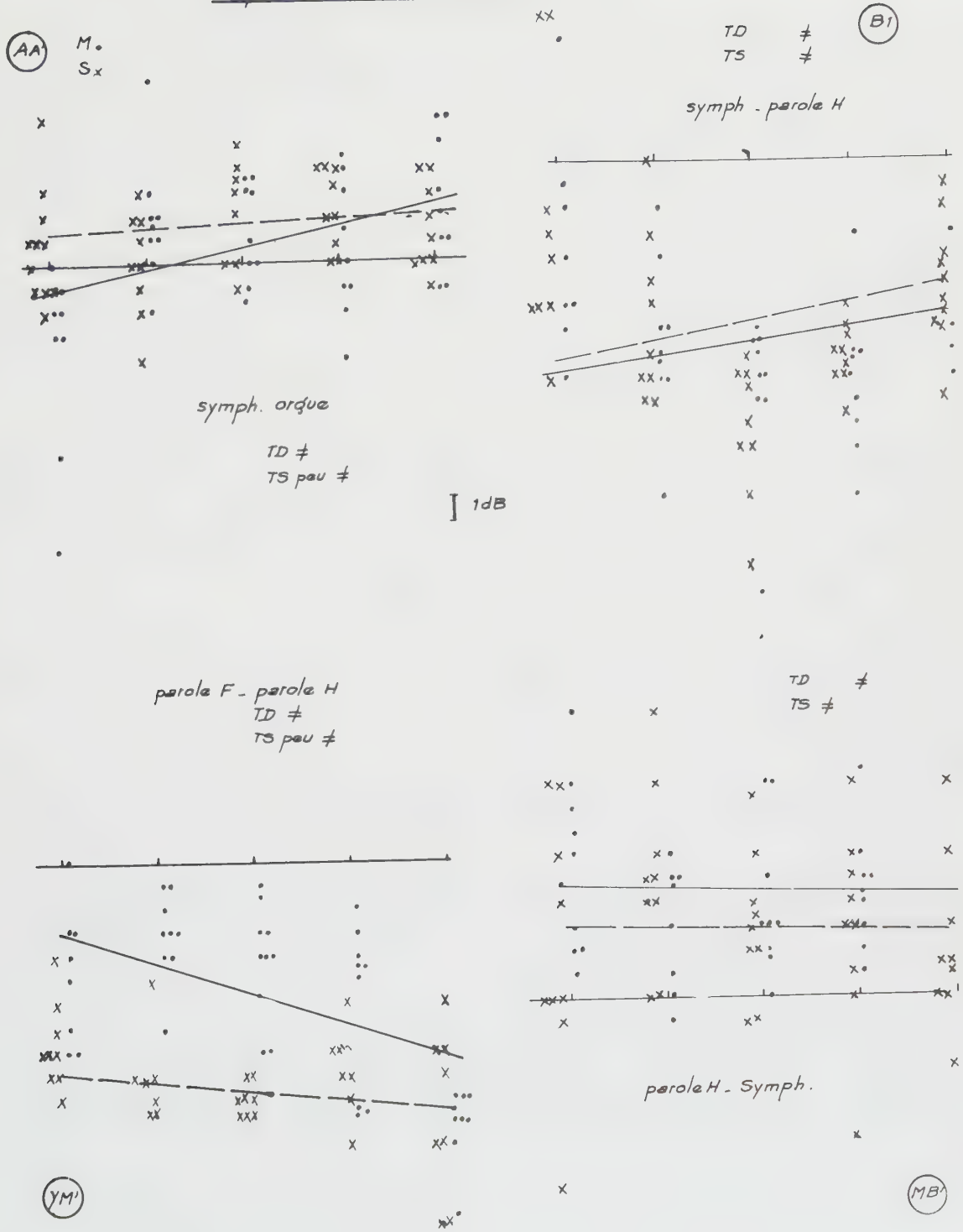


Tableau 52

Modulations AA' (Rapport Snedecor : on pose $\Delta\theta$ pour $F_{\Delta\theta}$

ns non significatif
S significatif
TS très significatif

fin pavane Ravel . début orgue 104

(A)

	M	S	Qu	Or	Sou	Rel	1	2	3	4	5
Δt	11,4	6,0	6,2	239,9 TTS	11,6	18,5 PS	7,1	12,4	56,2 TS	57,2 TS	22,1 S
$\Delta\theta$	2,2	0,3	2,2	30,2 TS	2,1	0,6	0,9	0,4	1,9	40,8 TS	0,8
$\Delta t'$	2,7	0,6	0,8	52,7 TS	2,5	1,9	0,7	2,1	8,6	3,3	6,2

(Eco)

Δt	9,9	23,8 S	19,8 S	17,7 PS	10,2	54,1 TS	3,5	10,9	133,1 TTS	1,6	24,1 S
$\Delta\theta$	0,6	0,8	1,8	0,8	0,5	7,0	0,2	0,6	16,3 PS	0,6	3,1
$\Delta t'$	2,2	8,9	6,1	2,9	0,9	19,0 S	4,2	0,8	23,0 S	0,1	12,1

Niveaux

(114 Com)

	1	2	3	4	5
Δt	8,3 TS	2,4	19,9 S	4,7	21,7 S
$\Delta\theta$	1,4 1	0,6	1,4	10,3	3,7
$\Delta t'$	0,3	2,5	19,9 S	3,1	18,1 PS

(114 Red)

	1	2	3	4	5
Δt	9,1	2,9	9,6	9,2	1,0
$\Delta\theta$	0,4	1,3	3,1	1,8	0,0
$\Delta t'$	1,7	0,4	1,7	3,6	0,0

(A+Eco S Qu Sou Com)

	1	2	3	4	5
Δt	1,4	0,2	7,5	8,1	7,0
$\Delta\theta$	2,7	1,3	0,0	0,0	0,3
ΔM	5,8	0,6	1,1	1,7	1,4

(A+Eco M Qu Sou Com)

	1	2	3	4	5
Δt	7,3	2,0	21,2 S	11,7	174,9 TT
$\Delta\theta$	1,6	0,8	2,2	4,1	18,9 TS
ΔM	1,2	0,0	5,8	1,0	15,1 PS

Enchaînement BN'

fin serenissima (symph) début speaker H

Niveaux

(A)

	M	S	Qu	Or	Sou	Rel	1	2	3	4	5
Δt	83,3 TS	42,9 TS	192,9 TTS	254,8 TTS	58,2 TS	9,5	1,7	40,8 TS	7,6	61,4 TS	6,2
$\Delta\theta$	7,9	2,9	6,9	12,0	0,6	0,6	0,9	4,0	0,1	5,1	3,2
$\Delta t'$	14,0 PS	10,4	51,9 TS	13,0	0,2	4,6	1,7	5,3	0,0	3,3	5,2

(Eco)

Δt	72,9 TS	0,3	3,0	11,9	6,1	8,1	2,9	1,0	2,9 S	2,3	5,9
$\Delta\theta$	0,5	1,7	0,2	1,0	0,2	2,5	1,2	0,1	0,1	0,1	0,7
$\Delta t'$	3,3	4,5	1,0	2,4	1,3	1,9	4,7	0,2	2,1	0,5	0,6

(114 Com)

	1	2	3	4	5
Δt	123,2 TTS	10,6	5,2	2,6	1,1
$\Delta\theta$	0,5	5,2	0,5	0,0	0,2
$\Delta t'$	1,3	4,4	0,2	0,1	0,3

(114 Red)

	1	2	3	4	5
Δt	1,0	5,1	52,7 TS	81,0 TS	48,9 T
$\Delta\theta$	3,7	4,8	6,1	11,5	15,9 PS
$\Delta t'$	22,4 S	5,9	11,7	53,1 TS	116,9 TT

(A+Eco S Qu Sou Com)

	1	2	3	4	5
Δt	7,0	2,1	20,0 S	1,3	2,4
$\Delta\theta$	1,2	0,6	6,0	0,2	0,0
$\Delta t'$	1,6	1,5	4,0	0,2	0,0

(A+Eco M Qu Sou Com)

	1	2	3	4	5
Δt	11,4	22,2 S	5,7	6,0	21,1 S
$\Delta\theta$	2,3	4,5	1,0	0,7	9,5
$\Delta t'$	0,7	16,4 PS	0,9	1,6	15,2 PS

Tableau 53

Enchaînement YM' (Rapports de Snedecor)
parole F - parole H (Berçeuse pour un marin ivre)

(A)	M	S	Qu	Or	Sou	Rel	1	2	3	4	5
Δt	6,5	1,6	3,9	336,9 TTS	13,4	10,3	13,7	39,2 TS	13,7	1,7	7,1
Δθ	0,6	0,0	0,0	90,9 TS	0,5	1,2	0,3	2,8	0,0	0,7	0,3
(Eco) Δt'	0,0	0,8	0,7	12,9	1,4	1,7 1	2,0	7,7	1,2	0,4	1,0
Δt	82,7 TS	5,9	5,2	35,6 TS	56,3 TS	14,2 1	3,4	8,3	139,7 TTS	43,7 TS	11,9
Δθ	0,2	1,5	0,5	5,4	2,3	1,0	2,7	0,0	25,5 S	4,7	1,1
Δt'	2,2	0,8	0,4	0,5	0,3	0,1	1,3	0,4	19,6 S	0,7	1,0

(114 Com)	1	2	3	4	5
Δt	13,3	112,3 TTS	1,7	3,2	3,0
Δθ	0,7	10,3	0,3	0,8	3,2
Δt'	0,2	100,3 TS	0,0	0,9	0,1

(114 Red)	1	2	3	4	5
Δt	2,9	4,0	5,6	33,2 TS	0,0
Δθ	2,7	12,0	1,6	4,7	1,8
Δt'	2,7	16,0 PS	1,5	7,7	14,1

A+Eco (S) Qu Sou Com	1	2	3	4	5
Δt	1,8	0,4	1,1	2,5	48,0 TS
Δθ	0,4	1,0	1,7	1,0	9,0
Δt'	2,2	0,8	1,6	0,4	21,0 S

A+Eco (M) Qu Sou Com	1	2	3	4	5
Δt	2,9	4,0	5,6	33,2 TS	0,0
Δθ	2,7	12,0	1,6	4,7	1,8
Δt'	2,7	16,0 PS	1,5	7,7	14,1

Enchaînement MB'
parole H - symph. (fin barcause - Alborada Ravel)

(A)	M	S	Qu	Or	Sou	Rel	1	2	3	4	5
Δt	5,4	0,4	175,0 TTS	18,9	7,0	5,6	0,8	6,8	10,0	1,4	15,9 PS
Δθ	0,4	1,8	16,0	0,9	0,0	1,0	1,3	0,3	2,9	1,7	6,8
Δt'	20,5 S	9,5	421,0 TTS	170,9 TTS	24,4 S	26,6 S	11,5	63,4 TS	12,1	40,7 TS	77,1 T.S
(Eco) Δt	3,8	54,1 TS	2,2	24,3 S	1,6	10,7	0,4	4,5	1,5	7,6	26,3 S
Δθ	0,0	1,0	4,0	4,3	0,6	0,7	0,0	0,2	0,8	0,2	0,3
Δt'	123,3 TTS	285,5 TTS	7,0 TS	201,3 TTS	88,1 TS	60,7 TS	15,7 TTS	14,5 TTS	36,7 T.S.	25,5 S	61,0 T.S

(114 Com)	1	2	3	4	5
Δt	128,9 TTS	3,5	0,4	97,1 TTS	1,4
Δθ	130,4 TTS	0,4	4,4	58,7 TS	0,6
Δt'	117,8 TTS	3,1	53,2 TS	76,5 0 TTS	13,8

(114 Red)	1	2	3	4	5
Δt	7,0	25,8 S	3,5	0,2	1,6
Δθ	4,0	8,7	3,0	0,1	0,1
Δt'	175,8 TTS	0,1	8,1	1,9	4,5

A+Eco (S) Qu Sou Com	1	2	3	4	5
Δt	3,4	19,7 S	50,3 TS	0,8	3,9
Δθ	1,4	0,7	5,3	0,6	2,0
Δt'	0,2	22,7 S	92,3 TTS	1,2	16,7 PS

A+Eco (M) Qu Sou Com	1	2	3	4	5
Δt	3,7	10,3	1,3	0,0	0,8
Δθ	0,1	17,3	0,3	0,2	0,1
Δt'	7,8	32,3 TS	2,9	1,7	0,0

Tableau 54

TESTS DE STUDENT. FISHER

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	Eco 1	Eco 2	Eco 3	Eco 4	Eco 5
Qu	Sou CC'	0,81	-8,19	1,86	-2,56	-2,03	-0,42	0,32	-1,51	0,63	-2,29
	Sou NY'	8,61 S	-1,68	-0,21	-1,33	1,62	-0,97	-0,35	-1,24	-2,02	0,54
	Sou DZ'	0,61	-0,89	-0,77	-2,18	0,66	0,93	0,31	-0,58	-3,08 S	-1,00
	Sou ZD'	0,09	-2,93 S	0,54	-0,57	0,98	1,21	-0,14	-1,81	-0,76	1,00
	Ra. CC'	-1,01	0,76	-0,20	-0,47	-1,61	-1,84	-1,14	0,00	0,55	0,62
	Ra. NY'	-2,12	1,64	1,11	-3,05 S	-2,14	1,83	3,10 S	1,44	1,25	0,00
	Ra. DZ'	-1,73	2,56 S	-0,26	0,81	3,96 TS	-0,10	0,30	0,00	-2,41 S	-1,50
	Ra. ZD'	-1,17	0,86	-2,49 S	0,28	-0,32	0,61	0,00	-0,18	-0,67	2,12
M	Sou CC'	-0,72	1,00	1,32	-1,52	1,47	1,06	0,25	-1,24	1,32	-1,72
	Sou NY'	0,38	-1,26	-0,62	1,04	13,00 TS	1,62	-0,65	-2,46 S	1,18	-0,31
	Sou DZ'	0,46	0,00	1,32	-0,18	1,18	1,44	1,28	-1,70	-1,29	-0,15
	Sou ZD'	1,07	0,42	-0,79	-0,97	-0,08	-0,63	-1,27	-1,12	0,00	-1,80
OR	Ra. CC'	-0,79	-2,06	-2,32 S	2,97 S	0,63	-1,69	-1,80	-2,41 S	1,18	-0,25
	Ra. NY'	-0,77	1,91	-0,93	-3,19 TS	-2,29 S	-1,73	0,45	0,78	-0,34	2,12
	Ra. DZ'	0,46	-1,56	2,24	-0,89	2,00	0,00	0,88	1,62	1,08	0,10
	Ra. ZD'	3,27 TS	-0,28	-1,59	-0,16	0,00	-1,19	1,62	-3,28	-0,83	0,63
Qu	Sou CC'	0,16	1,26	1,81	-0,73	0,23	-0,28	0,28	-0,14	-3,43 TS	1,29
	Sou NY'	0,78	-2,24	2,04	-1,09	-2,41 S	0,35	0,29	-1,92	0,81	-1,50
	Sou DZ'	1,78	0,93	-1,81	-1,18	-1,53	1,80	3,15 S	-2,82	-0,80	0,55
	Sou ZD'	2,16	0,41	1,94	0,44	0,80	-1,41	-1,81	-2,87 S	-0,13	-1,60
	Ral CC'	0,42	-0,13	-0,24	1,16	-1,43	0,89	0,66	2,18	-0,41	-0,59
	Ral NY'	-0,11	0,21	-1,26	0,41	1,33	0,85	0,68	-1,95	-1,86	6,14 TTS
	Ral DZ'	0,81	1,88	-0,75	0,66	-3,64 TS	1,80	3,06	-3,25 S	0,24	0,93
	Ral ZD'	-0,67	-1,15	-3,45 S	-0,21	-1,75	-1,41	-3,05 S	-0,79	0,00	1,29
S	Sou CC'	-1,35	0,18	1,52	-0,25	1,34	-0,51	-3,24 S	0,33	-0,16	-1,00
	Sou NY'	0,49	-0,35	-0,70	-1,80	-3,09 S	0,42	-0,31	-1,48	-0,10	-0,05
	Sou DZ'	-1,68	-1,00	0,76	-0,97	-2,04	-0,41	-0,50	1,37	-0,71	2,17
	Sou ZD'	3,15 TS	-0,55	-1,14	-3,28	0,76	-1,45	1,17	-0,74	-0,54	0,00
Or	Ral CC'	2,64 S	1,11	-0,10	2,28	-1,30	0,31	0,17	-3,16 S	-0,86	-0,86
	Ral NY'	-0,68	2,67 S	-0,45	0,00	-1,16	1,44	-1,06	2,61 S	0,64	-1,48
	Ral DZ'	-1,12	-1,94	-1,38	-1,64	1,52	0,31	-0,75	0,26	-1,93	-3,82 S
	Ral ZD'	0,86	-1,92	1,18	-1,44	0,42	-2,33	-0,87	0,85	0,89	1,24

Cas (b) (tout groupé par modulations) CC' - 1,48 NY' - 0,75 DZ' - 0,97 ZD' - 3,91 - TS

Cas (c) (tout groupé globalement) - 3,57 TS

Tableau 55

INFLUENCE COMPARÉE { M / S } { Qu / Or } { Sou / Rel } { A / Eco }

{ A / Eco }			{ M / S }			{ Qu / Or }			{ Sou / Rel }		
AA'	-1,71	PS	AA'	0,86		AA'	-3,16	TS	AA'	-3,33	
BN'	2,69	S	BN'	3,18	TS	BN'	0,93		BN'	-0,48	
YM'	1,54	PS	YM'	-15,01	TS	YM'	4,23	TS	YM'	1,72	P
MB'	-2,57	S	MB'	-3,29	TS	MB'	-2,78	S	MB'	-0,80	
toutes modulations réunies	-0,12			-5,06	TTS		-4,46	TTS		-4,65	TTS

Exploitation des résultats obtenus sur les moyennes

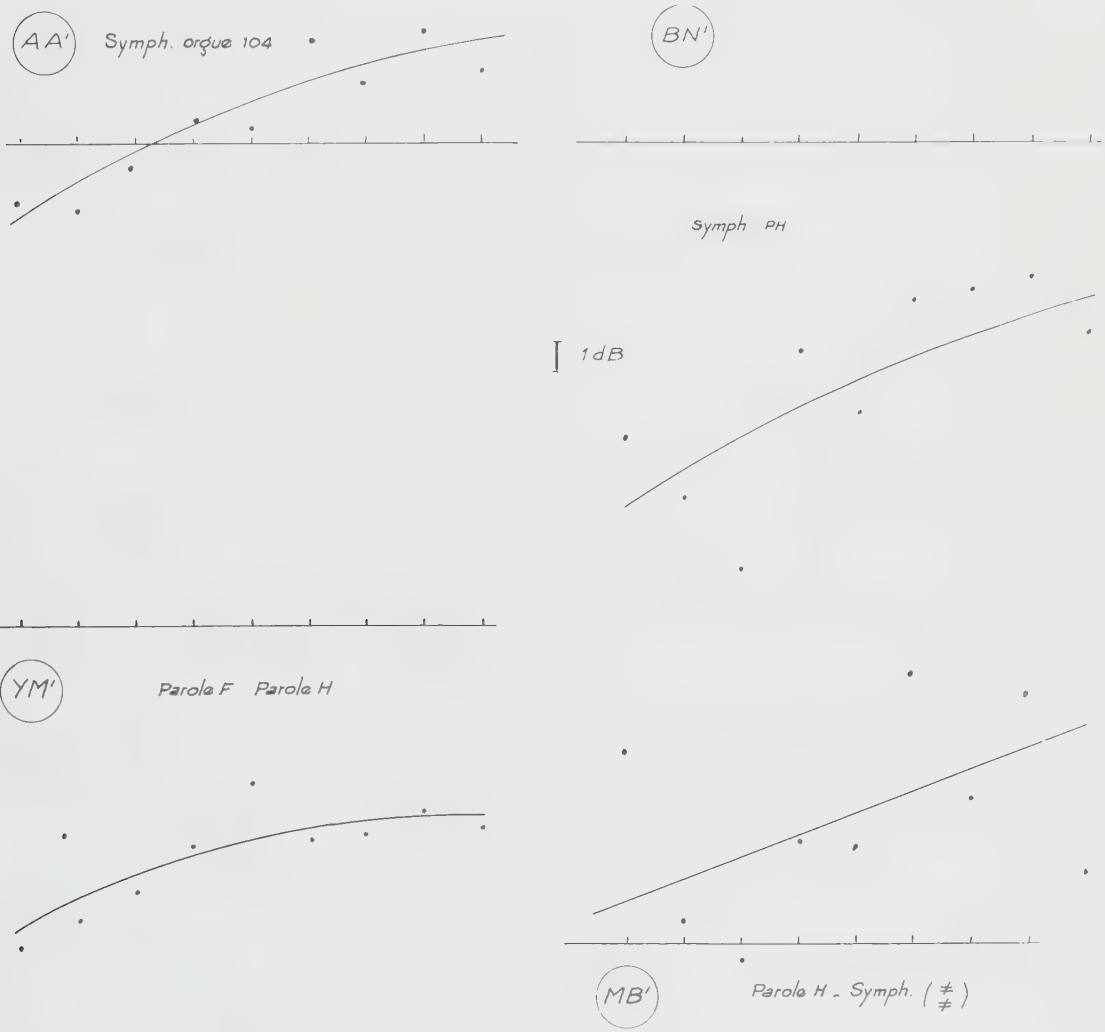


Tableau 56

TRANSITIONS ACOUSTIQUES

Interprétation des courbes d'interpolation

	Δt	Δθ	Δt'	0	1	2	3	4	5	Σ	Graphique	Observations
a	2	1	2	1	2	3	5	1	0	27		satisfaisant
b	2	3	10	2	2	2	3	3	0	27		satisfaisant
c	2	8	20	3	3	0	2	3	1	26		peu satisfaisant
d	10	1	10	2	2	4	1	2	1	26		peu satisfaisant
e	10	3	20	0	2	3	3	3	1	34		très satisfaisant
f	10	8	2	0	1	1	6	2	2	39		très satisfaisant
g	20	1	20	1	1	3	5	1	1	31		satisfaisant
h	20	3	2	0	2	3	6	0	1	31		satisfaisant
i	20	8	10	2	1	2	3	1	3	29		satisfaisant

Comparaison des modulations normales - perturbées

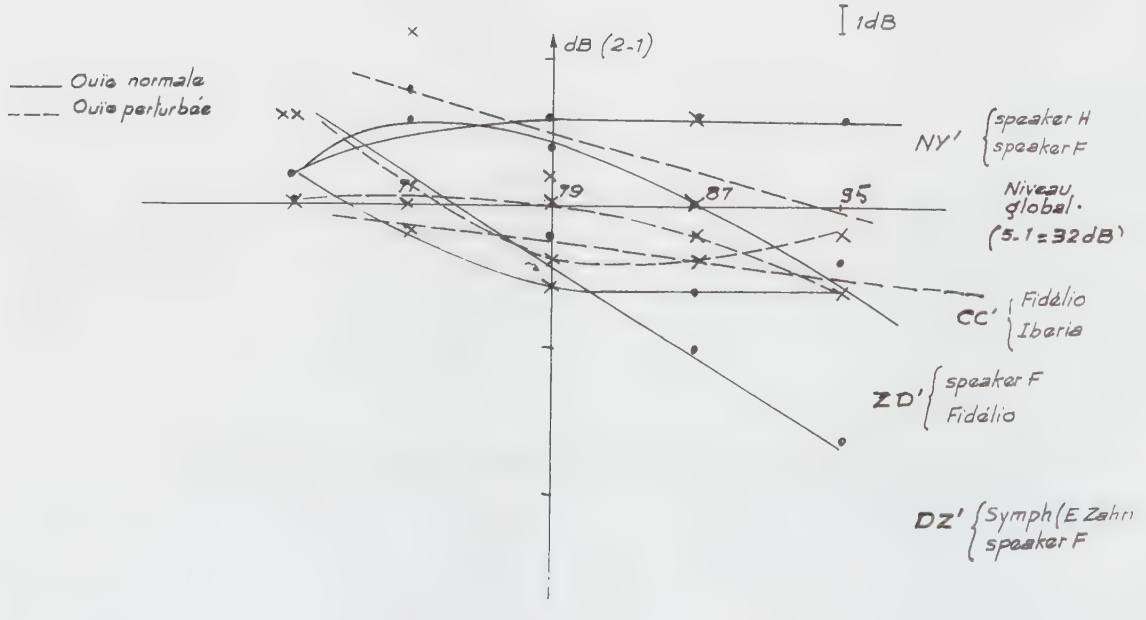


Tableau 57

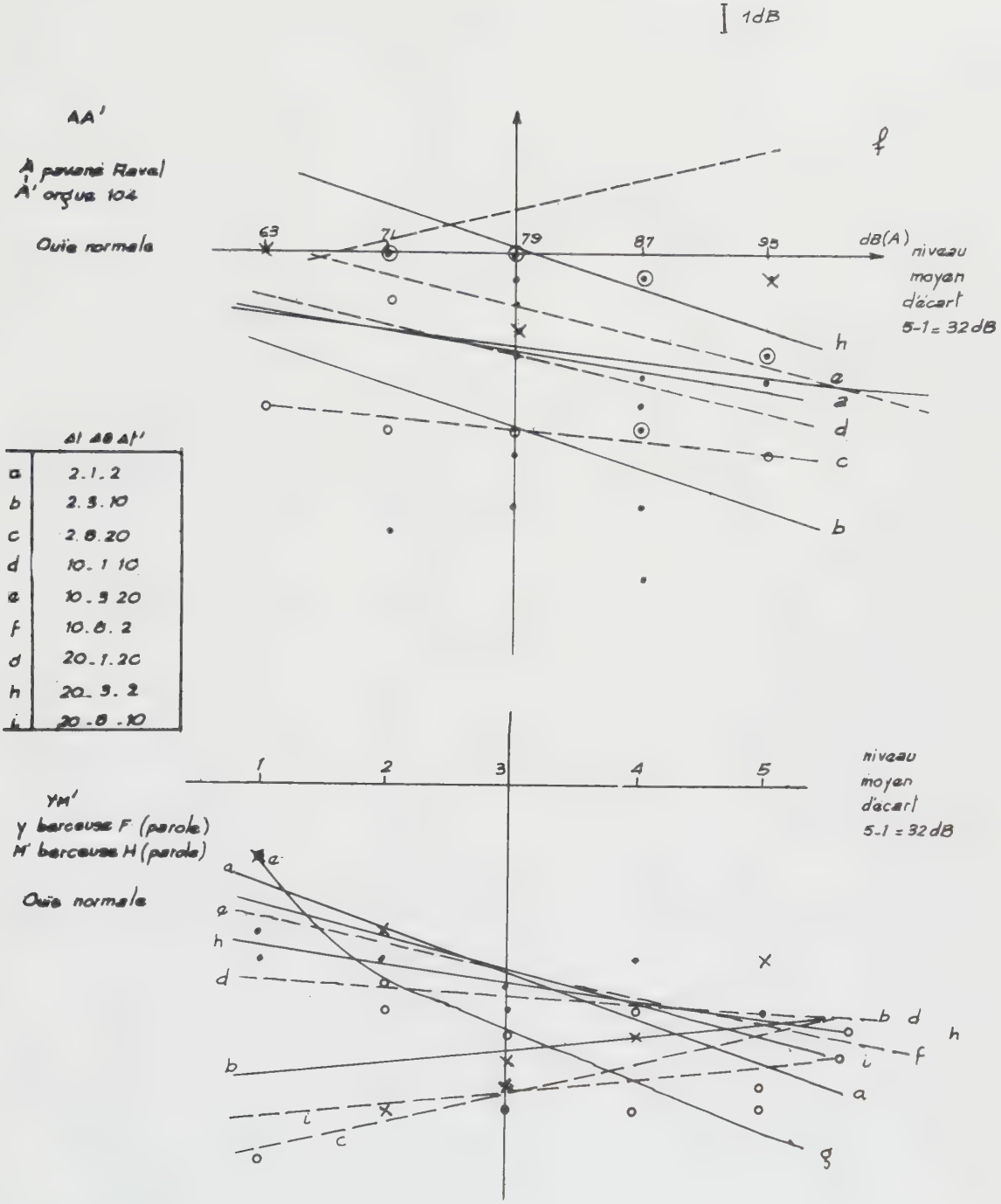

1dB
AA'
A paroles Raval
A' orgue 104
Ouïe normale
63
71
79
87
95
dB(A)
niveau moyen d'écart 5-1 = 32dB
f
h
e
a
d
c
b
Δl ΔB Δl'
a 2.1.2
b 2.3.10
c 2.8.20
d 10.1.10
e 10.3.20
f 10.8.2
g 20.1.20
h 20.3.2
i 20.8.10
1
2
3
4
5
niveau moyen d'écart 5-1 = 32dB
YM'
Y berceuse F (parole)
M' berceuse H (parole)
Ouïe normale
a
e
h
d
b
i
c
g
f

Tableau 58

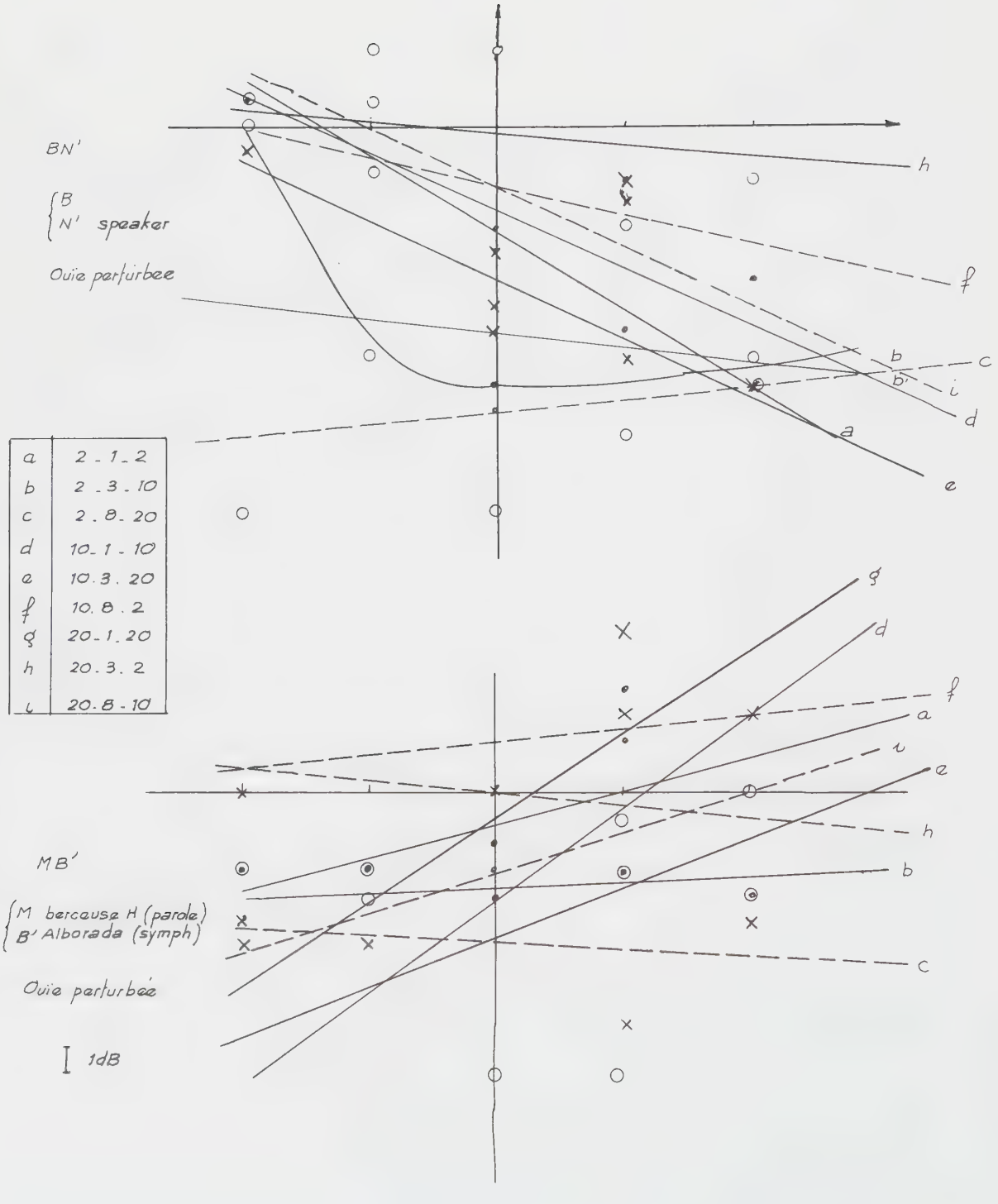

BN'
B
N' speaker
Ouie perturbee
h
f
b
c
b'
i
d
a
e
a 2 - 1 - 2
b 2 - 3 - 10
c 2 . 8 . 20
d 10 - 1 - 10
e 10 . 3 . 20
f 10 . 8 . 2
g 20 - 1 - 20
h 20 . 3 . 2
i 20 . 8 - 10
g
d
f
a
i
e
h
b
c
MB'
M berceuse H (parole)
B' Alborada (symph)
Ouie perturbée
1dB

Tableau 59

Tableau de résultats "intermédiaires". 1ère partie

		Sil	br	BR
MM'2	M	0,5	1,1	0,8
	S	0,6	1,2	-0,6
(A)	Qu	0,2	1,3	0,4
	Or	0,1	0,6	0,7
	Sou	0	1,1	1
	Rel	0,7	0,8	0,8
	M	0,5	0,8	0,9
	S	1,3	0,6	0,2
(Eco)	Qu	2	1,7	1,5
	Or	0,4	0,7	0,4
	Sou	1,0	1,1	0,9
	Rel	1,9	1,8	1,1
	M	-1,1	-1,5	-2
(A)	S	-2,9	-3,1	-4
	Qu	-1,9	-2,7	-3,2
PM'2	Or	-3	-2,3	-3,5
	Sou	-2,8	-2,8	-2,9
	Rel	-2,2	-2,3	-2,4
	M	-1,7	-0,6	-1,2
(Eco)	S	-2	-2,1	-2,3
	Qu	-0,9	-0,2	-1,0
	Or	-1,8	-2,5	-2,8
	Sou	-1,5	-2	-1,8
	Rel	-3,2	-1,7	-1,7

		Sil	br	BR
$M_1\mu'_2$	M	-1,8	-1,8	-1,3
	S	-3,4	-1,9	-1,8
(A)	Qu	-2,8	-1,9	-2,4
	Or	-3,5	-1,8	-1,5
	Sou	-1,6	-1	-1,6
	Rel	-3,5	-2,8	-2
	M	-1,3	-0,7	-1,2
	S	-1,2	-1,2	-1,3
(Eco)	Qu	-0,6	-0,9	-0,8
	Or	-1,9	-1,1	-1,3
	Sou	-1	-1,1	-0,8
	Rel	-1,8	-1,2	-0,5
	M	-3,1	-3,2	-3,8
(A)	S	-2,9	-2,8	-3,4
	Qu	-3,2	-3,2	-3,6
$\bar{1}0, M'_2$	Or	-3,9	-4,8	-4,5
	Sou	-3,5	-3,9	-3,1
	Rel	-3,2	-3,1	-4
	M	-1,8	-1,6	-2,9
(Eco)	S	-3,5	-3,2	-4
	Qu	-1,8	-2,5	-3,5
	Or	-3	-3,2	-4,1
	Sou	-2	-2,8	-3,1
	Rel	-1,9	-1,9	-5,3

		Sil	br	BR
$C_1C'_2$	M	0	-0,6	-1,4
	S	0,3	0,0	-1,4
(A)	Qu	-0,6	0	-0,6
	Or	-0,8	0,6	-1,6
	Sou	-0,7	-0,7	-1,2
	Rel	0	0,8	-1,6
	M	0	0	-0,5
	S	-0,4	-0,6	-1,4
(Eco)	Qu	0,4	0,4	0,3
	Or	-0,8	-0,8	-1,3
	Sou	-0,7	-0,6	-2
	Rel	0,4	0	-0,5
	M	2,2	2,2	1
(A)	S	3,1	3,1	1,3
	Qu	0	2	0,9
$M_1P'_1$	Or	4	3,9	1,2
	Sou	2,7	2,6	0,9
	Rel	3,6	3,7	1,4
	M	2,0	1,8	1,7
(Eco)	S	2	2,1	0
	Qu	1,8	2,3	1,3
	Or	2,1	1,9	1,7
	Sou	1,7	2	1,5
	Rel	2,1	2,1	0,6

		Sil	br	Br
$C_1\delta'_2$	M	-4	-3,5	-4
	S	0,0	-0,2	-1,6
(A)	Qu	-2,6	-2,1	-2,1
	Or	-2,6	-1,2	-1,6
	Sou	-2,3	-0,8	-1,5
	Rel	-2,7	-2,2	-2,6
	M	-2,2	-2	-2
	S	-2,9	-2,8	-2,7
(Eco)	Qu	-2,6	-2,6	-2,1
	Or	-2	-2	-2,2
	Sou	-2,7	-2	-2,6
	Rel	-2,8	-2,8	-2,6
	M	1,4	2	1,5
(A)	S	2,8	3	1,9
	Qu	1,2	2,6	1,1
$M_1\bar{\omega}'_1$	Or	2,4	4,4	3,1
	Sou	2,4	2,6	2
	Rel	3,1	4,2	1,8
	M	1,2	1,9	1,3
(Eco)	S	1,3	3	2,5
	Qu	1,1	1,9	1,3
	Or	2	3	1,9
	Sou	1,2	2,3	1,6
	Rel	1,8	3,1	1,9

		Sil	br	BR
	M	2,9	3,8	2,0
(A)	S	1,8	1,8	1,8
	Qu	0,8	1	1,4
$P_2C'_2$	Or	3,8	3,4	3,8
	Sou	2	2,1	1,3
	Rel	3,1	2,8	2,9
	M	2	5	3,1
(Eco)	S	2,6	2,5	3
	Qu	2,9	2,9	2,9
	Or	2	3,2	2,5
	Sou	2,9	1,6	1,6
	Rel	3,8	4	3,8
	M	0,6	-0,5	1,3
$P_3P'_3$	S	-0,8	-1,3	-0,3
	Qu	-0,9	-0,5	-0,9
(A)	Or	0,8	-0,4	1,1
	Sou	0	-1	0,4
	Rel	-0,2	-0,3	0,3
	M	0,5	-0,5	0
	S	-0,2	0,4	0,8
(Eco)	Qu	0,2	-0,4	0,4
	Or	-0,4	0,2	0,2
	Sou	0,5	0,5	0,5
	Rel	-0,6	-0,6	0,6

		Sil	br	BR
	M	3,2	2,2	3,6
(A)	S	2,6	1,8	0,6
	Qu	3,8	2,8	2,8
$\bar{\omega}_2C'_2$	Or	3,1	0,8	1,4
	Sou	2,1	2	2
	Rel	3,4	2,8	3,1
	M	4	3,1	3,1
(Eco)	S	2,6	1,1	2,5
	Qu	2,9	3,1	3,1
	Or	3,2	1,8	2,1
	Sou	2	1,8	1,8
	Rel	3,6	2,9	4
	M	2,1	3,0	1,0
$\bar{\omega}_3P'_3$	S	2,5	2,8	2,8
	Qu	3	3,7	2,9
(A)	Or	4,1	3,6	3,2
	Sou	3,5	3,5	1,1
	Rel	3,5	3,4	2,7
	M	2,1	2,3	2
	S	3,2	2,6	2,3
(Eco)	Qu	3	2,5	2,5
	Or	3,2	3,2	2,7
	Sou	3,7	3	2,8
	Rel	1,3	2	1,9

		Sil	br	BR
	M	-3,5	-4	-3,5
(A)	S	-2,9	-3,6	-3,5
	Qu	-2,6	-3,1	-3
$C_1P'_2$	Or	-2,5	-3,1	-2
	Sou	-2,4	-2,3	-2
	Rel	-2,9	-3,1	-3,5
	M	-2,8	-3,1	-2,2
(Eco)	S	-1,6	-1,9	-1,9
	Qu	-3	-3,1	-3
	Or	-1,9	-2	-1,1
	Sou	-2	-2	-3,5
	Rel	-1,8	-1,8	-2,1

		Sil	br	BR
	M	-2,1	-2,2	-3,3
(A)	S	-1,8	-2	-2,2
	Qu	-2,1	-2,3	-2,4
$C_1\bar{1}0'_2$	Or	-1,2	-1,5	-2,8
	Sou	-2	-2	-1,9
	Rel	-3,1	-1,9	-3,7
	M	-1,9	-1,9	-1,6
(Eco)	S	-1,3	-1,6	-1,5
	Qu	-2,3	-2,2	-2,7
	Or	-1,3	-2	-2
	Sou	-1,3	-1,6	-1,7
	Rel	-2	-2,3	-2,9

Etude
A M. Qu. Sou.
Eco S. Or. Rel
(1ère partie)

Tableau 60

Tableau de resultats intermediaires 1ère partie

		Sil	br	BR
$L_1M'_2$				
A	f	0	0,6	0,5
	m	0,3	1,1	0,9
	F	0,5	2	0,6
Eco	f	1	1	1
	m	0,9	1,8	1,1
	F	0,5	1,3	0
Com	f	0,8	1,2	-0,8
	m	0,6	1	0,9
	F	0,4	0,9	0,2
Red	f	0	0,6	-0,4
	m	0,8	0,8	0,7
	F	0,6	0,7	1,1
$P_1M'_2$				
A	f	-3,4	-3,1	-3,1
	m	-1,8	-1,6	-1,3
	F	-4	-3,8	-4
Eco	f	-1,2	-1,1	-1,1
	m	-2,4	-1,2	-2,1
	F	-3,8	-1,2	-2,7
Com	f	-2	-3	-1,8
	m	-1,8	-2	-3,1
	F	-2,4	-2,5	-2,6
Red	f	-1,2	-1,2	-2,8
	m	-2,2	-2,2	-3,5
	F	-3	-2,8	-2,6
$P_1C'_2$				
A	f	2,7	2,6	2,7
	m	1,3	1,4	2
	F	2	2,1	0
Eco	f	4,7	4,6	4,3
	m	0,7	3,4	2,2
	F	2,9	2,9	2
Com	f	2,7	2,7	2,7
	m	2,0	2,8	1,5
	F	3	3	1,3
Red	f	5,8	5,6	6,2
	m	0,8	3,0	2,0
	F	3	2,5	2
P'_3				
A	f	0	0	0,3
	m	-1,2	-1,2	0,4
	F	0,3	-1,3	0,3
Eco	f	-0,8	-0,8	-0,6
	m	0	-0,3	0,4
	F	1	-0,2	0
Com	f	0,1	-0,1	1,0
	m	-0,2	-0,6	-0,2
	F	0,6	-0,4	-0,2
Red	f	-1	-1	-0,8
	m	-0,9	0,8	0,5
	F	0	-0,2	0,3

		Sil	br	BR
$M_1\mu'_2$				
A	f	-1	0,3	-0,8
	m	-2,8	-0,7	-1,3
	F	-3,5	-4,1	-3,2
Eco	f	-0,8	-1,1	-0,7
	m	-0,8	-0,4	-0,6
	F	-2,2	-1,3	-2
Com	f	-0,8	-1	-0,9
	m	-0,8	-0,7	-1,1
	F	-2,6	-2,6	-2,6
Red	f	-1,6	-1,4	-0,3
	m	-3,5	-2,1	-0,9
	F	-3,1	-3,1	-2,9
$\bar{\omega}_1M'_2$				
A	f	-3,8	-3,8	-4,3
	m	-2,2	-2,5	-2,9
	F	-3,2	-3,1	-3,1
Eco	f	-2	-2	-3,1
	m	-2,6	-1,2	-2,6
	F	-1,2	-3,7	-5,2
Com	f	-4	-4	-4,3
	m	-2	-2,8	-3,2
	F	-2	-3	-3,5
Red	f	-1,6	-1,6	-3,2
	m	-4,1	-1,4	-3,8
	F	-2,7	-3,6	-4,6
$\bar{\omega}_2C'_2$				
A	f	3,4	2,9	3,3
	m	3	2,9	1,9
	F	1,2	-0,3	0,3
Eco	f	6,2	3,8	3,8
	m	3,8	2,4	3,1
	F	1	0	1
Com	f	3,2	2,2	3,0
	m	2,6	2,9	2,6
	F	2,7	-0,4	0,4
Red	f	6,1	4,8	4,3
	m	4,0	2,1	3,9
	F	0	0,2	0,3
$\bar{\omega}_3P'_3$				
A	f	2,9	2,4	2
	m	4	3,6	2,1
	F	1,5	2,8	2,1
Eco	f	2,5	1,9	2
	m	3,4	2,1	2,3
	F	5	3,8	2,9
Com	f	2,9	2,3	2,1
	m	4,6	4,6	3,1
	F	4,2	3,8	3,0
Red	f	3	2	1,1
	m	2,5	1,8	2,2
	F	0,9	1,3	1,2

		Sil	br	BR
$C_1C'_2$				
A	f	3,1	2	-0,4
	m	-0,2	-0,5	-1,2
	F	-0,6	-1,1	-1,6
Eco	f	-0,6	0,1	-0,5
	m	0,9	-0,4	-0,4
	F	0,8	-0,9	-2,8
Com	f	0,2	1,5	0
	m	-1	-0,6	-1,2
	F	-0,5	-0,4	-2,1
Red	f	2	1,5	-0,6
	m	2	0,9	-1,6
	F	-2	-2,1	-1,9
$M_1P'_1$				
A	f	4	3,8	2,9
	m	2,1	2,3	1,8
	F	1,3	1,5	0,6
Eco	f	-1,9	1,1	1,2
	m	1,2	2,1	0,5
	F	3	3,4	0,9
Com	f	2,2	2,7	2,2
	m	3	2	0
	F	2	2,3	1,0
Red	f	3	2,9	1,5
	m	2,0	2,6	1,0
	F	2	3	0,2
$C_1P'_2$				
A	f	-1,9	-2,3	-2,2
	m	-2,4	-3	-2,9
	F	-3,2	-2,6	-4
Eco	f	-1,8	-2	-2
	m	-1,9	-2,4	-2,3
	F	-2	-2,7	-1,3
Com	f	2,9	2,8	2,1
	m	-2,2	-2,4	-2,3
	F	-1,2	-1	-1,5
Red	f	-2	-4	-3,5
	m	-2,0	-2,2	-2,8
	F	-3	-2,2	-3,1

		Sil	br	BR
$C_1\delta'_2$				
A	f	-1	-1,8	-1,3
	m	-4,2	-0,2	-2
	F	-2	-3,5	-2
Eco	f	-2,5	-2,4	-2,1
	m	-2,2	-1,7	-3,5
	F	-3,2	-3,2	-1,3
Com	f	-1,2	-1,2	-1,6
	m	-2	-0,5	-2
	F	-2,4	-3,6	-2,5
Red	f	-1	-1,8	-2,4
	m	-2,6	-1,3	-3
	F	-3,7	-2,8	-3
$M_1\bar{\omega}'_1$				
A	f	2	2,9	3,4
	m	2,7	3	2,8
	F	1,3	3,2	1,0
Eco	f	1,8	2,2	2,9
	m	1,1	2	0,5
	F	1,3	2,7	1,6
Com	f	2,4	3,1	2,7
	m	2,2	2,5	2,1
	F	1,3	1,5	1,2
Red	f	1,5	2	3
	m	1,6	3,1	2,0
	F	1,8	2,7	2,0
$C_1\bar{\omega}'_2$				
A	f	-1	-1	-1,9
	m	-1,4	-1,5	-1,8
	F	-2,5	-1,8	-3
Eco	f	-1,8	-0,9	-1
	m	-2	-1,8	-1,9
	F	-1,8	-3,4	-3,5
Com	f	-1,4	-1,3	-1,5
	m	-1,5	-1,6	-1,6
	F	-2	-1,8	-2,1
Red	f	-2	-1,8	-2,1
	m	-1,3	-2,1	-2,2
	F	-2,2	-2,8	-4,1

Comparaisons

$$\left\{\begin{matrix} A \\ Eco \end{matrix}\right. \quad f.\ m.\ F$$

et

$$1\backslash 4 \left\{\begin{matrix} Com \\ Red \end{matrix}\right. \quad f.\ m.\ F$$

Tableau 61

Tableau de resultats "intermediaires (1ère partie)

		$M_1M'_2$ Sil	br	BR	$M_1\mu'_2$ Sil	br	BR	$C_1C'_2$ Sil	br	BR	$C_1\delta'_2$ Sil	br	BR
M	f	1,3	2	1,8	0	-1,1	1,3	1,1	1,3	4	-2,7	-2,1	-1,6
	m	-1,0	-1	-1	-1,2	1,3	0,6	-2,6	-2	-1,8	-5,2	-3,6	-4,1
	F	-1,2	-1,7	-0,7	-3,2	-3,3	-2,1	-1,1	-1,2	-3,0	-2,8	-1,8	-1,7
S	f	1,0	1,2	0,9	0,0	0,1	-0,1	1,2	1,9	1,4	-0,9	-1,8	-2,3
	m	1,3	1,7	1,5	0,5	0,4	-0,1	-1,7	-1,6	-1,8	-4,8	-1,7	-3,2
	F	1,2	2,0	1,6	-3,5	-2,7	-2,7	-1,3	-1,6	-1,9	-2,5	-2,6	-2,1
M.G		0,3	1,1	1,0	-1,8	-1,2	1,0	-0,4	0,7	-1,4	-2,1	-2,0	-2,0

		$P_1M'_2$ Sil	br	BR	$\bar{\omega}_1M'_2$ Sil	br	BR	M_1P_1'			$M_1\bar{\omega}_1'$		
M	f	-1,8	-2,3	-0,7	0	-1	0,7	0,3	3,6	0,9	0,3	0,8	-0,4
	m	-2,0	-2,2	-1,3	-2	-2,4	-1,1	1,2	1,1	1,4	0,5	1,3	0,4
	F	-0,4	0,2	-1,3	0,3	-1,6	-2,1	-0,7	-1,2	-0,1	-1,2	-0,8	0,2
S	f	-1,3	-3,7	-0,8	-2	-3,3	-4,2	3	2,5	2	2,8	2,7	2,2
	m	-0,5	-1,2	-1,4	-1,6	-1,7	-4,1	1,2	2	0,8	1,3	1,9	2,1
	F	-2,7	-3,5	-3,1	-1,9	-4,1	-4,3	0,6	0,5	-1,2	0,9	2,7	0,8
M.G		-1,7	-1,7	-1,8	-2,8	-2,8	-3,9	2,8	2,6	1,1	1,5	2,9	1,9

		$P_2C'_2$			$\bar{\omega}_2C'_2$			$C_1P'_2$			$C_1\bar{\omega}'_2$		
M	f	1,3	2	2,9	3	2,5	4	-0,5	-1,2	-1,5	-2,1	-4,1	-2,7
	m	0,3	1,2	0,1	2,6	3,3	3,9	-4,4	-2,7	-4,5	-1,9	-3,7	-4
	F	3,0	4,1	0,2	1,6	0,7	2	-3,2	-2,4	-0,9	-1	-1,1	-3,2
S	f	3,4	3,5	1,4	3,2	3,2	2,7	-0,9	0,1	-1,3	-0,7	0,1	0,5
	m	3,0	2,7	2,0	5,3	3,2	1,1	-3,2	-4,3	-3,0	-2,4	-2,6	-3,1
	F	3,0	2,3	0,9	1,8	0,0	1,2	-3,0	-3,0	-2,6	-2,7	-2,0	-1,8
MG		2,5	2,8	3,1	2,7	2,0	1,2	-2,2	-2,0	-2,9	-1,5	-2,1	-2,5

		$P_3P'_3$			$\bar{\omega}_3P'_3$		
M	f	0,5	-0,7	1,2	2,6	3,2	2,4
	m	-0,9	-0,7	-0,1	4,2	3,2	3
	F	0,8	0	0,7	3,5	1,2	1,6
S	f	-0,1	0,4	0,2	1,2	1,3	1,3
	m	-1,0	-0,9	-0,8	3,1	4,7	2,2
	F	0,3	0,5	-1,4	3,2	3,0	1,1
MG		-0,1	-0,3	0,3	2,6	2,6	2,0

Comparaison

$A + Eco \left\{ \begin{matrix} M \\ S \end{matrix} \right\} Qu\ Sou\ Com \begin{matrix} f \\ m \\ F \end{matrix}$

et

Moy Géné.

(1ère partie)

Tableau 62

Influence des modulations

Mod	Silence	Relief	Qualité	Attention	Caractère significatif		Observations
$M_1 M'_1$	−	−	+	−	+ +	+	Le silence ne rend pas plus nette les différences
$M_1 \mu'_2$	+	+ +	+	+ +		+ +	
$C_1 C'_2$	+	+	+	− +		+	Infl plus grandes si séq. non signif.
$C_1 \delta'_2$	+ +	+ +	+ +	+	+ +	+	
$P_1 M'_2$	+ + +	+ + +	+ + +	+		+ +	Infl. un peu plus grande si non signif.
$\bar{\omega}_1 M'_2$	+	+ +	+	+ +	+ +	+ + +	
$M_1 P'_1$	+	+ +	+ +	+		+ +	Caract. signific moins important pour mp que pour pm.
$M_1 \bar{\omega}'_1$	+ +	+ +	+ + +	+	+	+	
$P_2 C'_2$	+ +	+	+	+ +		+ +	
$\bar{\omega}_2 C'_2$	+ +	+	+ +	+ + +	+ +	+	Infl. relief un peu inférieure quand interviennent de la parole et du chant
$C_1 P'_2$	+	+	+ +	+	+	+	
$C_1 \bar{\omega}'_2$	−	+	+	+			
$P_3 P'_3$	−	+	−	−	+ − +	−	caract. signif. très > pour parole - parole
$\bar{\omega}_3 P'_3$	+	+	+	+ +		+	

Discordances entre les modulations composantes

Enchaînements	Genres	Indice dyn.	Types dynamiques	types spectraux
$M_1 M'_2$	0 +	+ + + +	+ + + +	+ + +
$M_1 \mu'_2$	+		+ +	+ +
$C_1 C'_2$	0 +	+ + + + +	+ + + +	+ + + +
$C_1 \delta'_2$	+	+ + +		+ +
$P_1 M'_2$	+ +	+ +	+ + +	+ +
$\bar{\omega}_1 M'_2$	0 + + + +	+ +	+ + + +	− +
$M_1 P'_1$	+ +	+	+ + +	+
$M_1 \bar{\omega}'_1$	+ + + + 0	+ + + +	+ + +	+ + +
$P_2 C'_2$	+ +	+ + +	+ +	+
$\bar{\omega}_2 C'_2$	+ + + + +	+ + + + +	+ + +	+ + +
$C_1 P'_2$	+ +	0	+ +	+ +
$C_1 \bar{\omega}'_2$	+ + + + +	+ +	+ + +	+ + +
$P_3 P'_3$	0	+	+ +	+
$\bar{\omega}_3 P'_3$	0 + +	+ +	+ + +	+ +

Tableau 63

Graphiques de résultats intermédiaires (1ère partie)

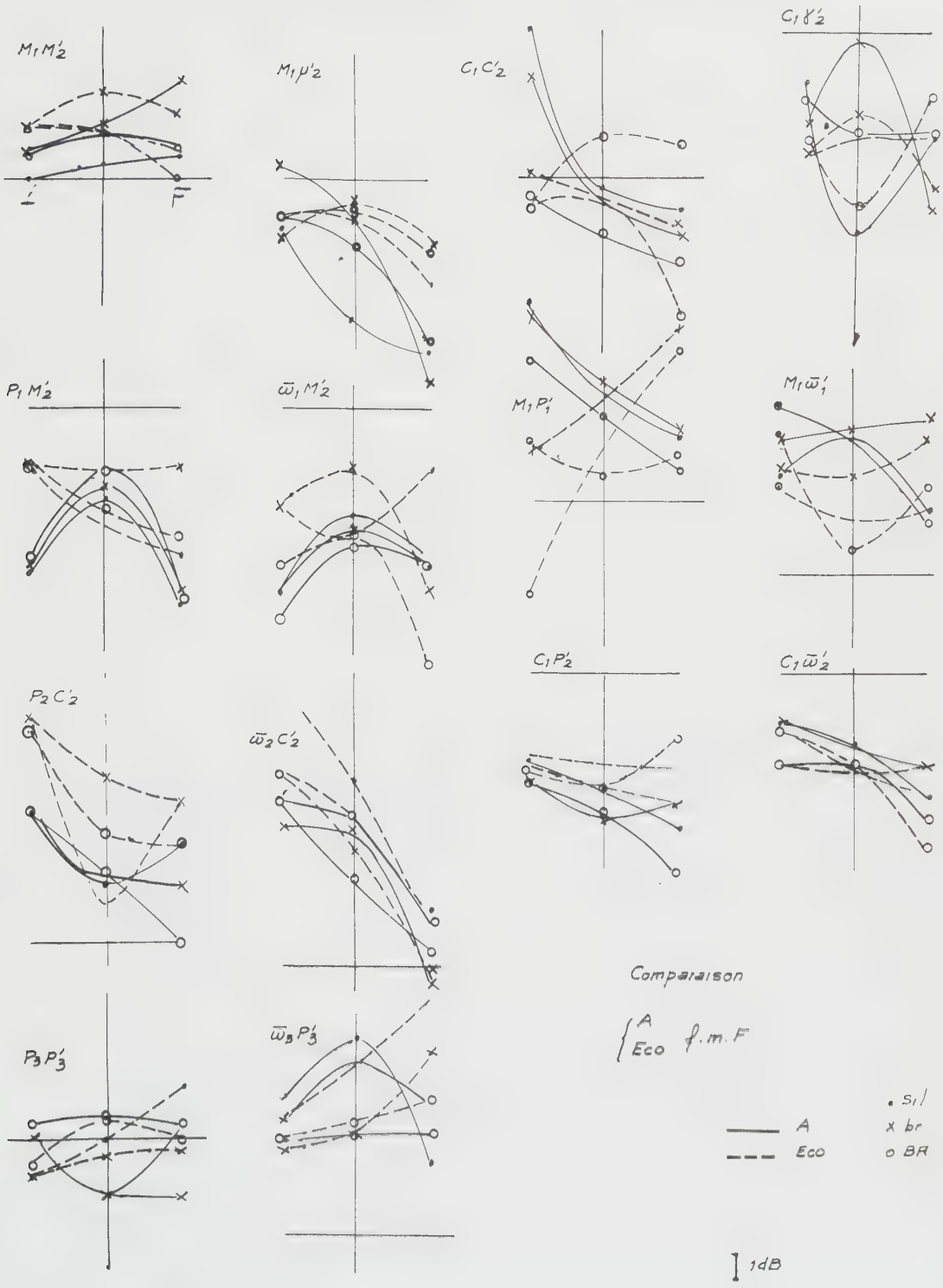


Tableau 64

Graphiques de resultats intermédiaires 1ère partie

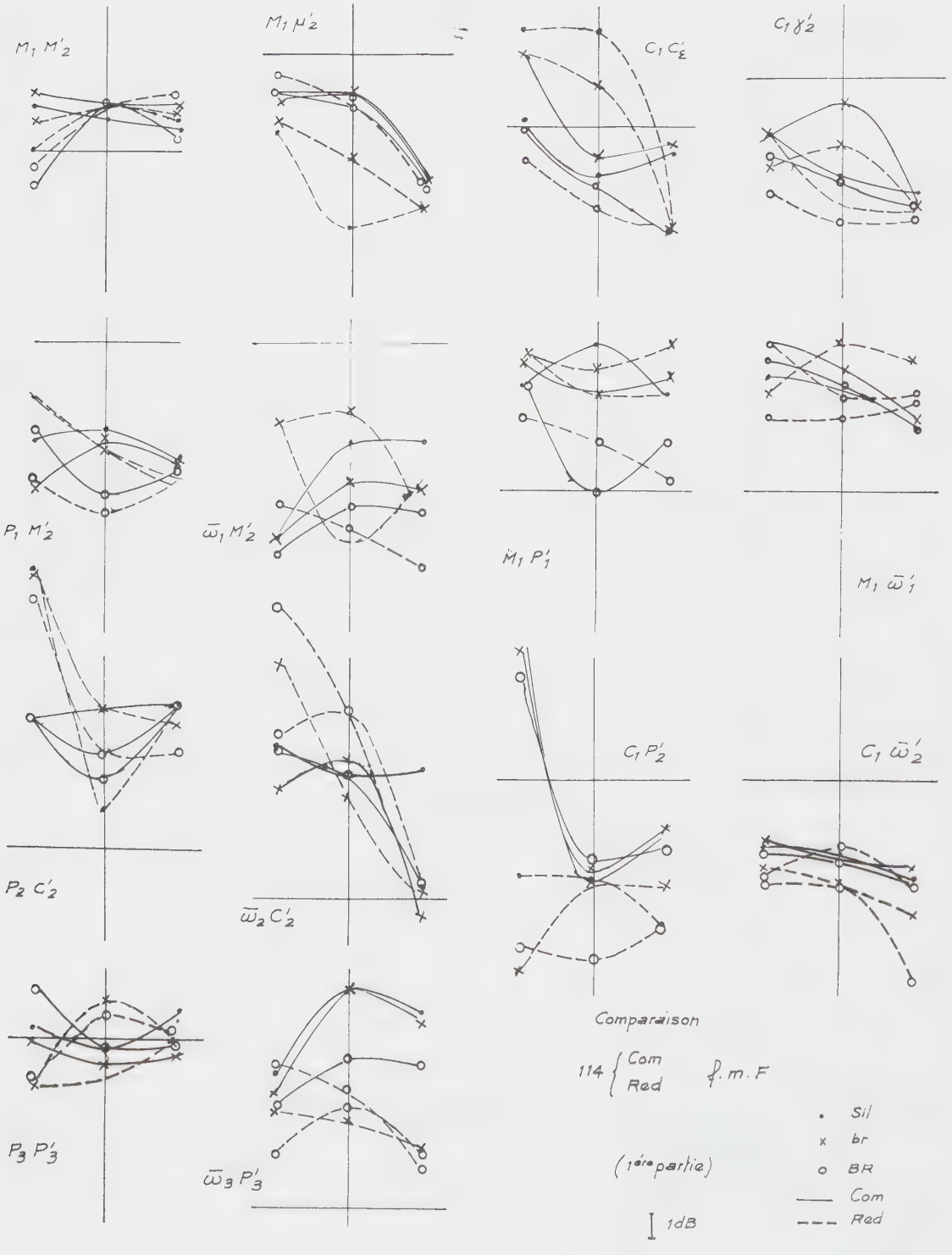


Tableau 65

Tableau de resultats intermediaires (1ere partie)

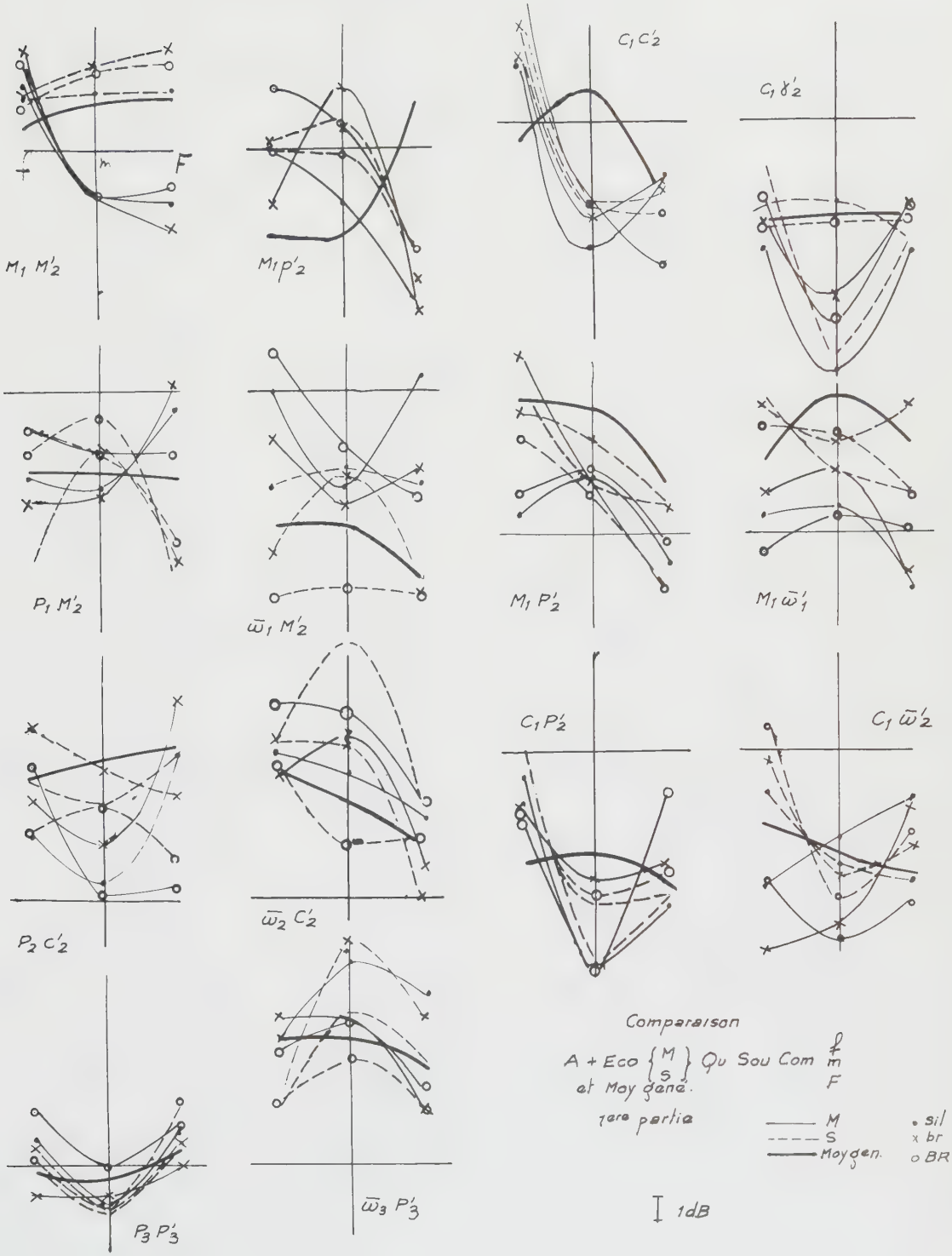


Tableau 66

Transitions acoustiques

		$M_1 M'_2$			$M_1 \mu'_2$			$C_1 C'_2$			$C_1 \gamma'_2$		
		Sil	br	BR	Sil	br	BR	Sil	br	BR	Sil	br	BR
N	f	1,5	-2	1,2	-2	-5	2,5	6	4	3	2,5	0	-2
	m	1,5	-1	2	1,5	-1	-2	0	1,5	-1	2	1	-4
	F	1,5	1	1,5	-2	-4	-4	-5	1	-3	-2	1,5	-0,5
P	f	4	0	4	-2	-1,2	-1,5	12	2	18	-3,1	2,6 x	-2,1
	m	1,8	2,4	1,8	0,6	-0,4	-1,6	-1	5	1,5	1,9	0	-6,5
	F	0,4	0,6	0,6	-1,4	-1	0	0	-4	-3	1,5	-1	-5,2

		$P_1 M'_2$			$\bar{\omega}_1 M'_2$			$M_1 P'_1$			$M_1 \bar{\omega}'_1$		
N	f	-4	7	12	-2,5	2	-5	-2	-1	-6	-1,5	1,5	2
	m	6	1,5	-1,5	0	1,5	3	-4	-2	-5	-2	1,5	-1,5
	F	0,5	2,5	-1	0,5	0,5	6	-4	-1,5	2	0,5	2	-1
P	f	-1,4	-0,6 x	1,5 xx	-4	-2,4	4,5 x	1,8	-0,6	2,8	2	-0,5	1
	m	-6,5	1,9	1	-2	1,5 x	-1,1	4,5	4,9	5	0	1,6	0,4
	F	2	1,8	3	+1 xx	4 x	0,6	3	-1,8	-2	0	4	0

		$P_2 C'_2$			$\bar{\omega}_2 C'_2$			$C_1 P'_2$			$C_1 \bar{\omega}'_2$		
N	f	1,5	0	1,5	0	6	5	4	0,5	-2	0,5	2	-2
	m	1	4	-1	0,5	3	4	-1,5	-2	0,5	-1,5	0	-2
	F	0	-2	-1,5	0,5	2	-0,5	1	1	-0,5	2	2,5	0,8
P	f	6,6	5,6	12 x	8	4	5	-1,5	1	-1,5	-1,4	0	2,4
	m	3	6 x	3	1	1	1,4	0	2	2	-1,4	1,3	0,8
	F	10	3	1	15 xx	0	3,5	-3	1	-1,5	0	-4	-1

		$P_3 P'_3$			$\bar{\omega}_3 P'_3$		
N	f	0	-2	1	0 x	1 x	2 x
	m	1	-2	-1	-1	2,5	0
	F	-2	-1	2,5	2,8	1,3	2,2
P	f	3,2	2,4	0	2 x	2,5 x	-1,6
	m	2	0,2	0	0,6	0	0,4
	F	0	-0,4	1,8	-0,6	-1,4 x	3,1

2ème partie

Comparaison normale perturbée

f. m. F

Tableau 67

Transitions acoustiques

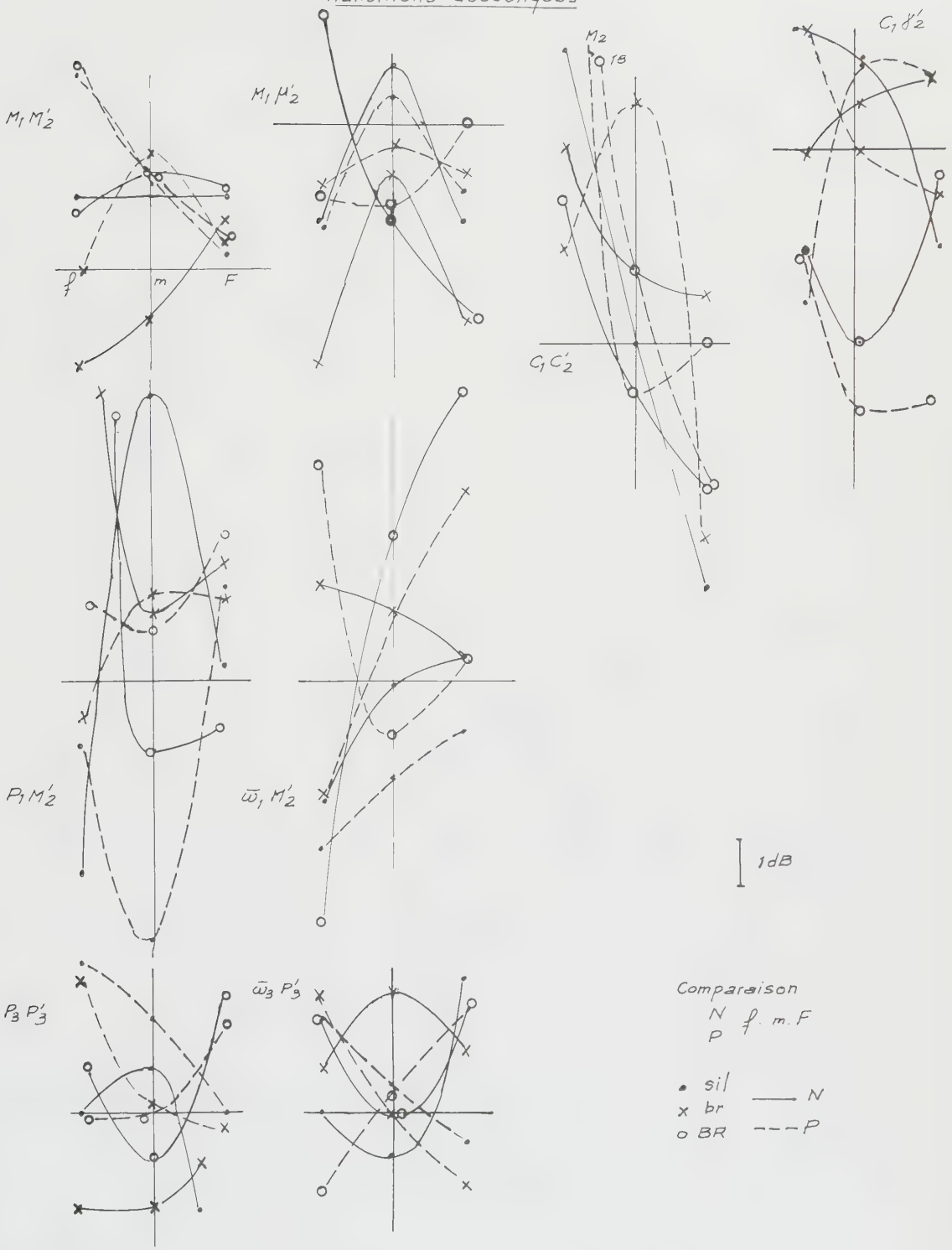
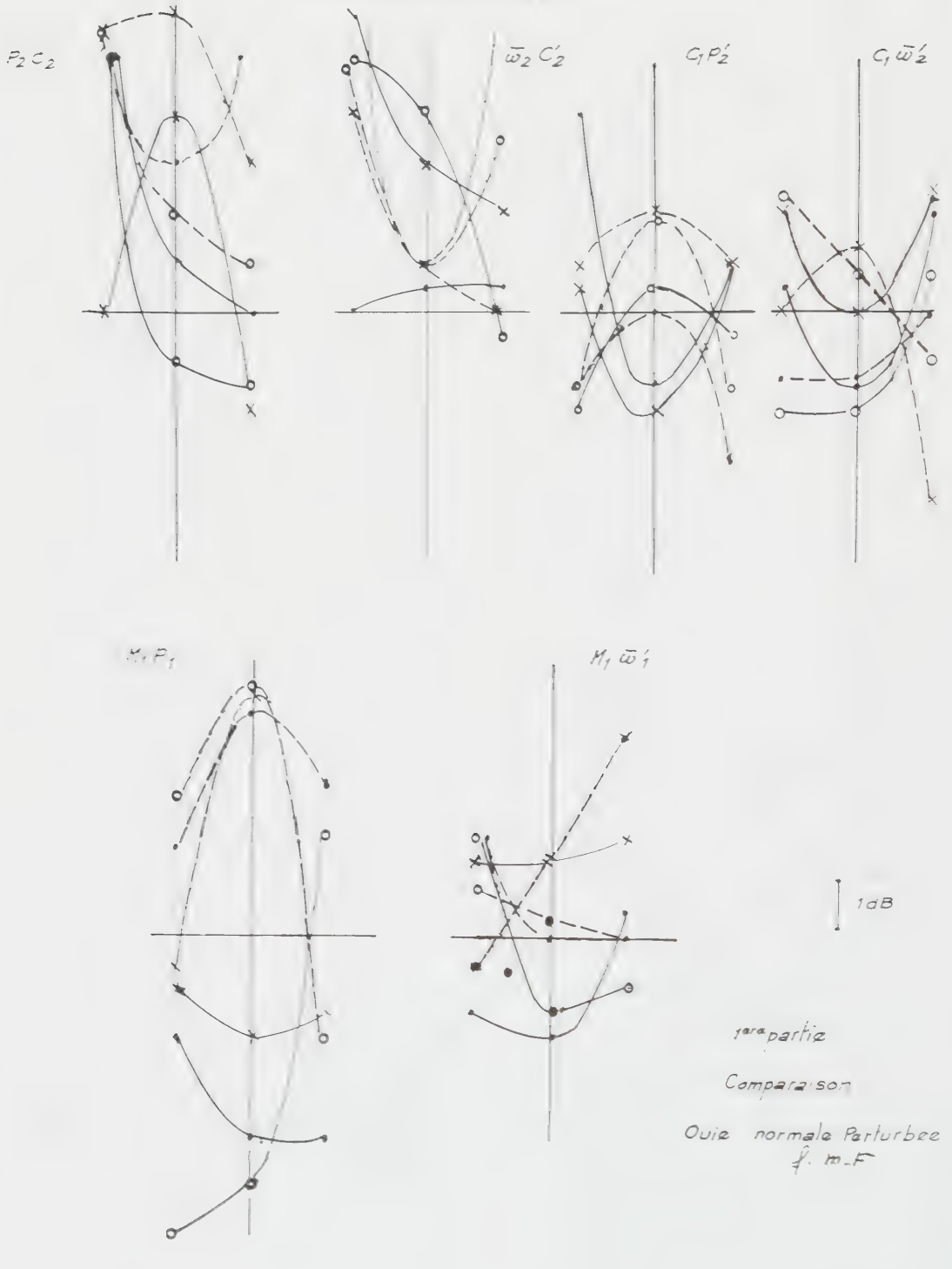


Tableau 68

Transitions acoustiques



1ère partie

Comparaison

Ouie normale Perturbee

f. m.F

Tableau 69

Resultats concernant l'influence sil bi BR

	$M_1 M'_2$ / $M_1 \mu'_2$	$C_1 C'_2$ / $C_1 \gamma''_2$	$P_1 M'_2$ / $\bar{\omega}_1 M'_2$	$M_1 P'_1$ / $M_1 \bar{\omega}'_1$	$P_2 C'_2$ / $\bar{\omega}_2 C'_2$	$C_1 P'_2$ / $C_1 \bar{\omega}'_2$	$P_3 P'_3$ / $\bar{\omega}_3 P'_3$	toutes modulations réunies
A	1,76 1,13	1,11 1,71	1,55 1,28	2,73 PS 1,15	3,14 S 1,99	0,98 1,77	13,39 TTS 6,52 TS	0,28
Eco	-0,22 0,53	0,60 1,48	0,74 6,73 TS	3,49 S 2,13	2,71 PS 1,88	0,00 0,78	8,32 TTS 4,48 TS	0,48
114 Com	8,47 -TS 0,00	1,02 0,05	7,86 TS 0,82	7,87 TS 0,19	5,93 S 0,72	0,01 0,16	1,81 0,33	0,51
114 Red	-0,21 1,01	0,88 1,32	1,52 2,65 AS	12,39 TS 40,34 TTS	0,06 0,08	1,85 1,12	0,64 0,66	0,77
f	1,05 1,11	0,74 0,82	1,09 0,31	1,66 0,35	0,05 1,06	0,12 0,00	1,16 0,59	0,31
m	0,24 1,35	0,88 4,56 TS	3,55 4,73 TS	11,20 TTS 1,12	3,84 8,44 TTS	0,16 1,09	12,65 TTS 3,56	0,67
F	0,34 0,56	11,11 TTS 6,73 TS	0,99 5,10 TS	1,49 1,30	19,03 TTS 9,08 TTS	0,27 5,71 TS	1,92 TS 0,77	0,84
	$M_1 M'_2$ / $M_1 \mu'_2$	$C_1 C'_2$ / $C_1 \gamma''_2$	$P_1 M'_2$ / $\bar{\omega}_1 M'_2$	$M_1 P'_1$ / $M_1 \bar{\omega}'_1$	$P_2 C'_2$ / $\bar{\omega}_2 C'_2$	$C_1 P'_2$ / $C_1 \bar{\omega}'_2$	$P_3 P'_3$ / $\bar{\omega}_3 P'_3$	toutes modulations réunies
Moy gené	2,73 S 2,09 PS	5,73 TS 1,73 AS	1,30 8,61 TTS	13,20 TTS 3,19 TS	2,77 S 3,53 TS	0,93 4,01 TS	21,28 TTS 5,79 TS	0,35

Interpretation : valeurs significatives de F

F (numé. dénom)

Valeur

Risque	5%	2,5%	1%
F (3,5)	5,41	7,76	12,1
F (3,23)	3,01	3,72	4,72
F (3,∞)	2,60	3,12	3,78

Tableau 70

		$M_1 M'_2$ / $M_1 \mu'_2$	$C_1 C'_2$ / $C_1 \gamma''_2$	$P_1 M'_2$ / $\bar{\omega}_1 M'_2$	$M_1 P'_1$ / $M_1 \bar{\omega}'_1$	$P_2 C'_2$ / $\bar{\omega}_2 C'_2$	$C_1 P'_2$ / $C_1 \bar{\omega}'_2$	$P_3 P'_3$ / $P_3 \bar{\omega}'_3$
	Sil	0,66 -1,37	-1,60 AS -1,36	-1,60 AS 0,10	1,66 AS 1,74 AS	-1,18 -1,88	1,98 AS 2,37 S	-1,29 -0,59
	br	0,56 -1,11	-0,10 1,39	-2,49 TS -0,33	0,80 1,29	-2,80 TS -2,23 S	0,47 1,76 AS	1,08 -1,13
M / S	BR	-0,63 -1,30	-1,52 -0,07	-1,41 -0,51	0,58 0,81	-1,46 -4,15 TTS	-0,48 2,42 TS	-0,90 1,34
	Sil +br +BR	0,26 -2,17 TS	-1,83 AS 1,62 AS	-3,15 TTS -0,43	1,71 AS 2,23 TS	-3,20 TTS -4,13 TTS	1,15 3,76 TTS	-0,56 -0,40
	Sil	-1,53 -1,86 AS	0,22 -0,31	-3,19 TTS -2,52 TS	2,17 S 1,79 AS	-0,52 -2,63 TS	1,10 0,00	0,26 0,39
	br	-0,22 -0,46	-0,17 0,91	-1,09 -0,03	0,58 0,92	-0,73 -1,40	2,40 TS 0,98	1,85 AS 0,44
Qo / Or	BR	0,45 -0,25	-2,45 TS 1,30	-1,86 AS -1,68 AS	2,32 TS 1,56	-2,14 S -1,22	1,59 0,57	1,34 -0,88
	Sil +br +BR	-0,80 -1,45	-1,48 1,06	-3,43 TTS -2,51 TS	2,89 TS 2,43 TS	-2,03 S -3,13 TS	3,00 TS 0,94	1,98 AS 0,04
	Sil	-1,64 -0,68	1,99 PS 1,75 AS	0,54 0,54	0,64 0,12	0,67 0,37	0,57 1,07	0,17 -1,92
	br	-0,71 -1,04	1,27 0,75	1,69 1,41	0,44 -0,59	0,89 0,81	1,11 -0,55	1,89 PS -0,57
Sou / Rel	BR	0,31 -0,36	1,30 -0,52	0,00 -1,14	-0,22 1,79	2,03 S 2,21 S	-2,16 S 0,00	0,57 0,31
	Sil +br +BR	0,81 -1,22	2,63 TS 1,24	1,23 0,31	0,47 0,57	2,12 S 1,86 PS	-0,04 0,27	1,51 -1,34
	Sil	-1,09 2,35	-0,29 -0,23	0,41 2,39 S	-0,56 0,03	-0,26 0,83	1,71 0,83	0,09 -1,07
	br	0,93 0,60	0,87 -0,78	2,12 S 1,78 AS	-0,91 -0,60	2,21 S 1,42	0,99 -0,03	0,72 -0,98
A / Eco	BR	-0,21 1,37	0,07 -0,96	1,87 PS 0,58	-0,66 -1,10	1,71 AS 1,64	0,49 0,90	-0,03 0,04
	Sil +br +BR	0,97 2,46	0,36 -1,13	2,54 TS 2,65 TS	-1,25 -0,96	2,20 S 2,21 S	1,84 AS 0,95	0,42 -1,21
5% 25% 1%	F(23) =	2,07	2,50	2,81	F(71) =	2,01	2,40	2,67

Tableau 71

Tableau de resultats (2ème partie)

M1 M'2

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	15,7	15,0	15,9	15,4	14,6	13,7
	15,0	15,6	14,8	12,0	12,8	13,7
1	6,8	5,3	7,2	7,6	9,0	7,3
	4,5	6,0	4,1	7,5	6,2	7,9
0	0,5	-1,9	-0,0	1,0	-2,7	0,0
	-1,0	1,4	-0,4	-3,6	0,3	-2,5
-1	-8,5	-9,5	-9,3	-5,9	-8,6	-8,0
	-9,9	-8,9	-9,1	-8,2	-6,5	-6,0
-2	-12,2	-13,2	-12,9	-13,8	-14,0	-13,3
	-12,8	-11,8	-12,1	-11,8	-11,3	-12,0

C1 C'2

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	14,5	15,0	15,7	15,3	14,2	16,1
	15,5	14,6	14,0	16,1	15,2	15,3
1	10,1	9,9	10,5	9,7	10,7	10,8
	10,2	10,7	9,8	11,4	11,0	10,3
0	6,0	5,1	5,8	6,5	7,4	7,0
	5,9	6,7	6,0	6,7	5,8	6,1
-1	2,2	2,9	2,7	3,3	3,6	5,2
	2,2	2,5	2,7	3,6	3,3	1,7
-2	-0,2	-3,3	-1,4	-1,0	0,3	-0,5
	-2,7	0,3	-1,5	-0,8	2,2	-1,4

P1 M'2

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	17,0	16,9	18,5	18,1	17,2	17,3
	17,8	17,9	16,8	15,8	16,7	16,6
1	11,4	13,0	12,5	14,1	12,3	13,5
	13,8	12,1	12,0	12,0	13,9	12,7
0	4,0	4,0	5,5	2,8	3,7	4,5
	5,7	5,7	4,1	4,8	3,9	3,1
-1	-2,7	-2,2	-0,5	-4,7	-6,5	-4,5
	-0,9	-1,4	-3,0	-3,4	-1,5	-3,5
-2	-7,4	-8,7	-6,9	-9,1	-9,6	-8,5
	-6,7	-6,4	-7,2	-9,2	-8,7	-8,9

M1 P'1

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	16,6	15,5	15,3	15,6	14,4	15,4
	11,7	12,8	13,0	14,7	15,2	15,0
1	5,4	6,2	4,9	6,6	8,1	5,6
	5,7	4,9	6,2	7,9	6,4	8,9
0	2,5	0,3	-1,6	-0,4	0,6	0,0
	-3,6	-1,5	0,5	2,5	1,5	2,1
-1	-4,6	-5,4	-7,0	-5,2	-4,7	-6,2
	-7,5	-6,8	-5,1	-3,8	-4,3	-2,8
-2	-9,5	-9,6	-10,7	-8,2	-8,0	-8,1
	-10,0	-9,8	-8,7	-8,5	-8,7	-8,5

P2 C'2

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	10,4	9,3	10,2	10,7	10,9	11,9
	11,1	12,2	11,3	12,4	12,2	11,2
1	4,5	4,5	7,2	1,8	0,3	1,9
	7,7	7,8	5,0	2,1	3,6	2,0
0	-2,7	-2,5	0,1	-0,3	-0,5	0,5
	-0,5	-0,7	-3,4	0,0	0,2	-0,7
-1	-7,5	-7,4	-6,4	-7,0	-7,0	-6,1
	-6,6	-6,7	-7,7	-5,3	-6,3	-6,2
-2	-12,5	-10,3	-9,0	-11,7	-14,1	-13,3
	-8,7	-11,0	-12,3	-13,6	-11,2	-12,0

C1 P'2

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	17,5	17,9	18,5	17,2	16,5	17,7
	18,0	17,6	17,0	18,1	18,9	17,6
1	13,4	11,5	14,0	12,8	14,3	15,0
	12,4	14,3	11,8	13,2	13,7	13,0
0	9,5	9,7	9,0	7,6	8,5	9,4
	8,0	8,6	9,3	10,8	10,0	9,0
-1	5,7	3,0	4,8	5,2	4,7	6,5
	3,6	6,3	4,6	5,4	5,9	4,0
-2	3,6	0,7	3,5	2,5	2,5	3,0
	1,0	4,0	1,2	2,8	2,8	2,4

P3 P'3

	A M	A Qu	A Sou	Eco M	Eco Qu	Eco Sou
	S	Or	Rel	S	Or	Rel
2	14,0	15,1	14,1	14,0	13,3	14,8
	15,0	14,8	14,8	14,8	16,5	16,0
1	10,0	8,5	8,5	10,2	10,1	10,5
	8,5	8,0	9,0	8,7	8,8	9,5
0	3,0	2,5	1,7	2,5	1,6	0,8
	0,8	1,3	2,0	1,5	2,5	2,3
-1	-7,5	-7,0	-7,4	-7,5	-7,7	-8,3
	-6,4	-6,9	-6,5	-7,6	-7,5	-6,9
-2	-11,6	-13,6	-12,3	-12,1	-13,7	-12,0
	-12,3	-11,3	-12,6	-11,8	-10,2	-11,9

Comparaison

{A M. Qu. Sou
Eco S Or Rel

(2ème partie
~ bruit rose)

Tableau 72

Tableau de resultats (2ème partie)

$M_1 M'_2$ — $C_1 C'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
(2)	16,1	14,5		14,1	13,5	18,5	16,3	13,9		13,1	16,2	14,5
		15,5						13,9				
(1)	6,7	5,7		6,5	7,6		6,8	5,8		6,2	6,3	
		4,6			8,7			7,9			5,5	
(3)	-1,7	1,6		-0,1	-2,8		0,3	-1,0		-2,5	-0,3	
		-0,6			-0,6			-0,2			-1,5	
(4)	-8,7	-8,7		-6,1	-8,0		-7,2	-9,3		-8,0	-7,8	
		-10,2			-7,1			-10,1			-7,0	
(5)	-12,6	-12,7		-12,8	-15,5		-11,7	-12,9		-12,8	-13,7	
		-12,2			-10,1			-13,0			-9,6	

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	14,0	16,7		14,7	17,0		15,1	17,4		13,1	16,6	
		14,0			16,6			15,6			14,8	
	8,7	11,7		10,8	12,8		10,2	11,7		8,0	13,0	
	4,2	10,1		6,3	8,0		5,3	10,2		5,2	6,2	
		6,7			8,2			6,7			8,1	
	1,1	6,8		1,1	5,2		1,3	7,4		0,8	5,0	
		3,8			5,6			5,0			4,3	
	-3,5	3,2		-0,2	3,7		-3,1	5,3		-0,6	1,6	
		0,1			1,2			0,7			-0,2	
		-1,1			-3,8			-0,7			-3,6	

$P_1 M'_2$ — $M_1 P'_1$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	16,1	19,2		16,0	18,7		16,9	18,6		15,1	18,8	
		16,8			16,2			17,8			15,7	
	11,8	13,3		12,7	13,8		13,3	13,3		10,5	15,7	
		12,6			10,7			12,2			11,8	
	5,3	5,0		6,0	3,5		6,9	4,0		3,6	4,7	
		4,2			8,0			5,2			2,6	
	2,2	-3,3		-3,3	-3,5		0,3	-2,8		-1,5	-4,2	
		-4,3			-5,3			-4,3			-4,2	
	-7,1	-7,3		-8,3	-10,2		-7,6	-8,7		-8,0	-8,7	
		-6,7			-9,0			-7,1			-9,0	

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	12,6	16,5		15,1	17,0		14,6	16,6		12,6	15,8	
		13,5			13,5			13,3			13,6	
	2,3	9,3		7,7	8,6		5,2	7,2		5,2	10,2	
	-4,3	5,0		-0,3	5,5		-3,4	3,6		-0,8	7,2	
		1,3			2,5			0,5			3,2	
	-9,2	1,2		-7,0	1,1		-10,1	-0,4		-6,0	1,6	
		-4,6			-3,3			-4,8			-3,6	
	-11,8	-4,5		-11,5	-3,2		-12,6	-6,3		-10,8	-2,5	
		-7,1			-7,8			-8,4			-7,0	
		-10,2			-5,7			-8,8			-8,1	

$P_2 C'_2$ — $C_1 P'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	7,3	14,2		11,6	12,5		9,4	12,7		9,7	14,5	
		10,7			10,6			12,9			9,6	
	4,8	7,6		2,2	4,1		5,6	4,3		1,2	7,2	
		6,0			-0,3			4,4			2,2	
	-2,0	0,0		-1,5	0,2		-1,7	0,6		-2,6	-0,7	
		-2,8			0,8			1,1			-2,8	
	-8,6	-5,6		-8,8	-6,0		-7,5	-6,1		-7,5	-5,2	
		-7,0			-4,2			-5,5			-6,0	
	-11,0	-9,5		-13,2	-12,2		-12,7	-10,5		-11,7	-11,2	
		-11,5			-10,6			-10,9			-11,6	

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	16,8	18,5		17,5	19,8		17,7	19,2		16,3	18,7	
		18,0			15,7			17,1			17,0	
	11,6	14,0		14,1	16,8		15,5	14,5		10,1	16,3	
		13,1			12,1			13,7			11,8	
	10,1	9,3		9,7	8,0		8,9	8,5		11,5	7,6	
		8,1			10,0			9,9			8,5	
	4,6	3,6		7,8	3,3		7,8	3,9		4,3	3,2	
		5,7			4,7			5,7			5,2	
	3,5	1,8		3,3	8,1		3,5	3,0		3,1	1,7	
		1,7			1,6			2,5			0,6	

$P_3 P'_3$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
	14,0	15,0		14,7	16,2		13,9	15,4		14,5	14,7	
		14,5			13,3			13,9			14,1	
	9,6	8,7		10,5	10,7		11,2	9,2		9,0	10,0	
		9,3			8,7			9,8			8,7	
	2,5	2,0		2,8	1,7		1,9	0,5		3,6	3,8	
		1,2			1,6			2,0			0,6	
	-0,0	-6,0		-8,6	-7,1		-9,9	-6,2		-7,3	-7,1	
		-6,0			-7,1			-7,4			-5,7	
	-13,8	-11,3		-14,7	-11,7		-14,0	-12,0		-14,6	-11,2	
		-12,2			-9,5			-11,1			-11,0	

Comparaison

{ A f. m. F
{ Eco f. m. F

cf 114 { Com f m F
{ Red
(2ème partie)
~ bruit rose

Tableau 73

Tableau de resultats (2ème partie)

M, M'2 / S

	f (M)	m (M)	F (M)	f (S)	m (S)	F (S)	Mg
2	18,0		10,5	14,3		13,0	14,5
		15,0			13,6		
1	11,5		5,0	4,0		5,0	6,5
		10,0			9,3		
0	-2,5		0,0	-3,3		-6,0	0,8
		2,5			-4,0		
-1	-7,5		-10,0	-7,3		-10,6	-8,5
		-10,0			-9,0		
-2	-14,5		-17,5	-10,0		-12,6	-12,6
		-8,0			-14,0		

C1 C'2 / S

f (M)	m (M)	F (M)	f (S)	m (S)	F (S)	Mg
16,5		12,0	12,0		19,6	15,6
	12,5			17,6		
13,0		13,0	8,6		10,6	10,6
	7,5			7,6		
6,0		8,5	3,0		5,6	6,4
	7,5			6,3		
2,5		7,0	0,6		6,6	3,2
	5,5			5,3		
2,0		0,0	-4,3		1,3	-1,2
	-2,5			-2,0		

P1 M'2 / S

						Mg
18,0		16,0	10,3		13,0	17,5
	17,5			18,0		
13,5		10,5	13,0		16,3	13,0
	12,5			9,6		
4,5		0,0	6,0		4,6	4,6
	2,0			7,3		
0,0		-5,5	1,0		-4,0	-2,8
	-7,5			-4,3		
-10,0		-11,5	-4,6		-11,0	-8,3
	-5,0			-7,0		

M1 P'1 / S

						Mg
17,0		20,0	12,3		15,3	14,8
	10,0			13,6		
3,5		10,0	10,0		7,0	6,5
	5,0			4,0		
-1,5		0,5	-2,0		1,0	0,0
	2,5			-1,0		
-9,5		-0,5	-10,6		-6,6	-5,7
	-2,5			-8,5		
-9,0		-3,0	-11,3		-11,3	-9,4
	-7,5			-7,3		

P2 C'2 / S

						Mg
10,5		12,5	3,0		12,0	11,7
	10,0			18,0		
-0,5		8,5	4,0		1,6	4,3
	2,5			1,0		
-2,0		0,0	-3,0		-0,3	-0,9
	5,5			-0,6		
-4,0		-10,5	-10,6		-4,0	-6,8
	0,0			-8,0		
-14,0		-11,5	-8,0		-13,3	-11,9
	-10,0			-13,0		

C1 P'2 / S

						Mg
16,0		19,5	17,3		20,0	18,0
	12,5			18,6		
15,5		12,5	15,3		16,3	13,8
	10,0			16,3		
9,5		10,0	11,3		10,3	9,3
	7,5			8,6		
11,0		0,0	8,8		6,6	5,1
	2,5			5,0		
6,0		1,0	3,0		3,3	2,5
	0,0			2,3		

P3 P'3 / S

						Mg
13,5		10,5	13,6		13,0	14,6
	10,0			15,0		
10,5		9,5	11,6		8,3	9,8
	10,0			11,0		
3,5		0,0	2,3		0,3	2,0
	4,5			1,0		
-9,5		-7,5	-8,0		-6,6	-7,4
	-7,5			-7,3		
-14,5		-12,5	-13,3		-13,6	-12,5
	-10,0			-14,3		

Comparaisons

A + Eco $\left\{ \begin{matrix} M \\ S \end{matrix} \right\}$ Qu Sou Com $\frac{f}{m}$ F'

et

Moy. géné. (2ème partie)

Tableau 74

Interprétation des résultats (2ème partie)

$M_1 M'_2$

	M	S	A Qu	A Or	Sou	Rel	M	S	Eco Qu	Eco Or	Sou	Rel
1,2	7	10	10	10	9	11	8	8	6	7	6	6
0,1	6	6	7	4	7	4	7	10	12	6	7	9
-1,0	8	9	7	10	10	9	7	5	6	6	8	4
-2,-1	4	3	4	3	4	3	8	3	5	6	5	6
ampl	27	28	28	27	28	27	29	26	29	25	27	26

$C_1 C'_2$

	M	S	A Qu	A Or	Sou	Rel	M	S	Eco Qu	Eco Or	Sou	Rel
1,2	4	5	5	4	5	4	5	6	5	4	6	5
0,1	4	4	4	4	5	4	3	5	3	6	3	4
-1,0	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	4
-2,-1	2	5	6	3	1	4	4	4	3	1	5	3
ampl	15	18	18	16	17	16	16	17	15	13	17	17

$P_1 M'_2$

	A						Eco			
1,2	4	4	4	3	6	4	4	4	5	3	4	5
0,1	7	8	9	7	7	8	11	7	9	10	9	9
-1,0	6	6	6	7	6	7	6	7	9	6	9	7
-2,-1	5	6	6	3	6	4	5	6	8	6	4	6
ampl	24	24	26	23	25	24	27	25	27	25	26	26

$M_1 P'_1$

	A						Eco			
1,2	11	6	9	8	11	7	9	7	6	10	10	6
0,1	3	8	6	5	6	6	7	5	8	5	6	6
-1,0	7	4	6	5	5	6	5	6	5	6	6	5
-2,-1	5	3	4	3	4	3	3	5	4	4	2	6
ampl	26	22	25	22	26	22	24	23	22	25	24	24

$P_2 C'_2$

	A						Eco			
1,2	6	3	5	5	3	6	9	10	10	9	10	9
0,1	6	8	6	8	7	8	2	2	1	3	2	3
-1,0	5	6	5	6	6	4	7	5	7	6	6	4
-2,-1	5	2	3	4	8	5	5	8	7	6	7	6
ampl	23	20	20	23	19	23	22	26	25	23	25	23

$C_1 P'_2$

	A						Eco			
1,2	4	7	6	3	5	5	5	3	2	6	2	5
0,1	6	4	2	6	5	2	5	5	6	4	6	4
-1,0	4	5	7	2	4	5	2	5	4	4	3	5
-2,-1	2	3	2	2	1	3	3	3	2	3	4	2
ampl	14	17	17	14	15	16	15	16	14	16	15	16

$P_3 P'_3$

	A						Eco			
1,2	4	7	7	4	5	6	4	8	3	6	4	5
0,1	7	8	6	7	7	7	6	8	8	7	10	6
-1,0	10	7	9	8	9	7	9	9	9	9	8	10
-2,-1	4	6	6	5	5	6	5	4	6	3	4	5
ampl	26	28	29	25	27	27	26	26	27	26	27	26

Comparaison

{ A M. Qu. Sou
{ Eco S. Or. Rel

(~ Bruit rose)

Tableau 75

Interprétation 2ème partie Differances

$M_1 M'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1-2	10		9	8		6	10		8	7		8
		11			5			6			10	
0-1	8		6	7		10	6		7	4		7
		5			9			8			7	
1-0	7		10	6		5	8		8	10		7
		9			7			10			6	
2.1	14		4	6		6	4		4	5		6
		2			3			3			3	
ampl	27		27	26		29	28		29	26		28
		28			24			27			25	

$C_1 C'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1-2	5		5	4		4	5		4	4		4
		4			8			5			8	
0-1	5		5	5		5	5		5	4		3
		3			3			3			3	
1-0	3		3	5		2	4		2	5		4
		5			2			2			4	
2.1	5		4	1		4	5		4	1		4
		4			7			6			5	
ampl	18		17	15		16	18		16	14		17
		15			19			16			18	

$P_1 M'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1.2	4		6	3		3	7		5	5		3
		4			6			6			4	
0.1	6		8	8		12	6		9	7		11
		8			8			7			8	
1.0	3		8	8		7	6		7	5		9
		8			8			9			6	
-2.1	9		4	5		7	8		6	6		4
		4			5			3			5	
ampl	23		27	24		29	25		28	23		28
		23			25			25			25	

$M_1 P'_1$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1.2	10		7	7		8	9		9	7		6
		8			8			10			6	
0.1	6		8	8		6	8		7	6		7
		4			4			4			6	
1.0	5		6	7		6	7		5	5		7
		6			7			6			4	
-2.1	3		3	5		5	3		4	5		5
		6			2			3			6	
ampl	25		24	27		25	27		25	23		23
		25			29			22			22	

$P_2 C'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1.2	3		7	7		8	4		8	8		7
		5			10			9			7	
0.1	7		8	4		4	6		5	3		7
		9			0			3			5	
-1.0	6		6	7		6	6		6	7		5
		4			5			7			3	
-2.1	2		4	7		6	5		4	4		6
		5			6			5			6	
ampl	17		24	27		25	22		23	23		25
		23			21			24			21	

$C_1 P'_2$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1.2	5		5	3		3	2		5	6		3
		5			4			4			5	
0.1	2		5	4		8	7		6	0		8
		5			2			4			3	
-1.0	6		5	2		6	2		5	7		4
		2			5			4			3	
-2.1	1		2	4		0	4		1	1		2
		4			3			3			5	
ampl	13		16	14		17	14		16	13		17
		16			14			15			16	

$P_3 P'_3$

	A f	A m	A F	Eco f	Eco m	Eco F	Com f	Com m	Com F	Red f	Red m	Red F
1.2	4		6	6		5	2		6	6		5
		5			5			5			5	
0.1	7		7	6		9	10		9	5		6
		8			7			8			8	
-1.0	12		8	8		9	12		7	11		11
		7			9			9			6	
-2.1	5		5	5		4	4		6	7		4
		6			2			5			6	
ampl.	28		26	29		27	28		27	28		26
		27			23			25			26	

Comparaisons

{A, Eco} f m F

et 114 {Com, Red} f. m. F

Tableau 76

Interprétation 2ème partie - differences

$M_1 M'_2$

	♀	(M) ♂	F	♀	(S) ♂	F	Mg
1-2	8	5	6	10	6	8	6
0-1	13	7	5	7	13	11	7
-1-0	5	12	10	4	5	5	8
-2-1	7	0	8	3	5	2	4
ampli	33	22	28	24	28	26	27

$C_1 C'_2$

	♀	(M) ♂	F	♀	(S) ♂	F	Mg
	4	5	(0)	3	10	9	5
	7	0	3	6	1	5	4
	4	2	2	4	1	0	3
	5	8	7	4	7	5	4
	19	15	12	16	20	18	17

$P_1 M'_2$

	(M) ♀	♂	F	(S) ♀	♂	F	Mg
-2-1	5	5	6	5	8	3	5
0-1	9	11	10	7	2	12	8
-1-0	5	8	6	5	12	9	7
-2-1	10	(0)	5	6	3	7	6
ampl	28	23	28	23	25	30	26

$M_1 P'_1$

	(M) ♀	♂	F	(S) ♀	♂	F	Mg
	14	5	10	2	10	8	8
	5	3	9	12	5	6	7
	8	5	1	9	8	6	6
	0	5	3	1	(0)	5	5
	26	18	23	24	21	27	24

$P_2 C'_2$

	(M) ♀	♂	F	(S) ♀	♂	F	Mg
1-2	11	7	4	0	12	10	7
0-1	2	(0)	9	1	2	2	5
-1-0	2	3	11	6	8	4	6
-2-1	10	10	1	0	3	9	5
ampli	25	20	24	16	26	25	23

$C_1 P'_2$

	(M) ♀	♂	F	(S) ♀	♂	F	Mg
	1	3	7	2	3	4	4
	5	3	3	4	7	6	5
	0	5	10	3	4	5	4
	6	3	(0)	6	3	2	3
	10	13	19	14	16	17	16

$P_3 P'_3$

	(M) ♀	♂	F	(S) ♀	♂	F	Mg
1-2	3	0	1	2	4	11	5
0-1	7	7	10	9	10	8	8
-1-0	13	11	8	11	8	7	9
-2-1	5	3	4	4	7	7	5
ampli	28	20	23	27	29	28	27

Comparaison

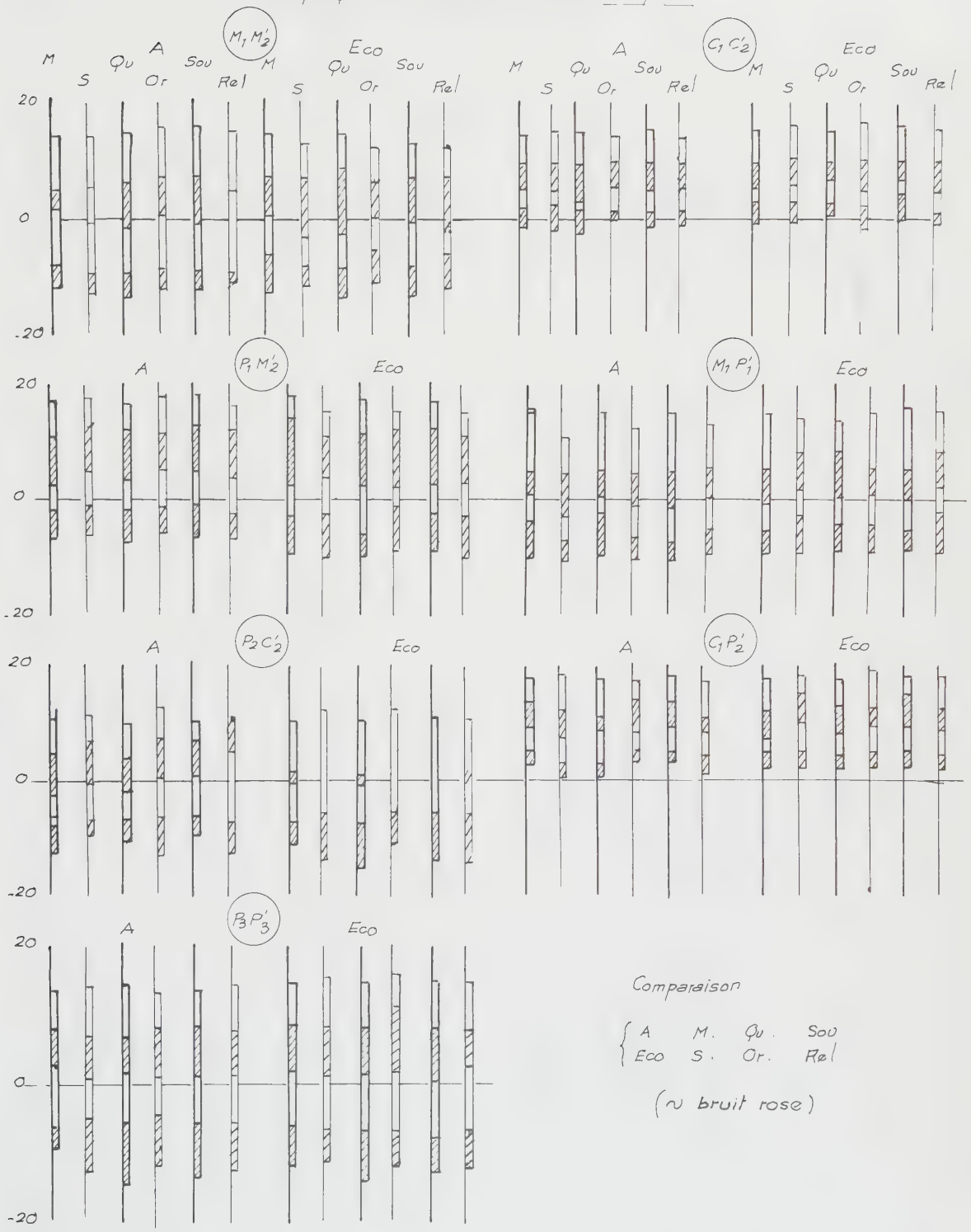
A + Eco $\left\{ \begin{matrix} M \\ S \end{matrix} \right\}$ el Qu Sou Com $\begin{matrix} ♀ \\ ♂ \\ F \end{matrix}$

Moy Gené

echalons - amplitude

Tableau 77

Graphiques echelles d'enchainement / BIAS



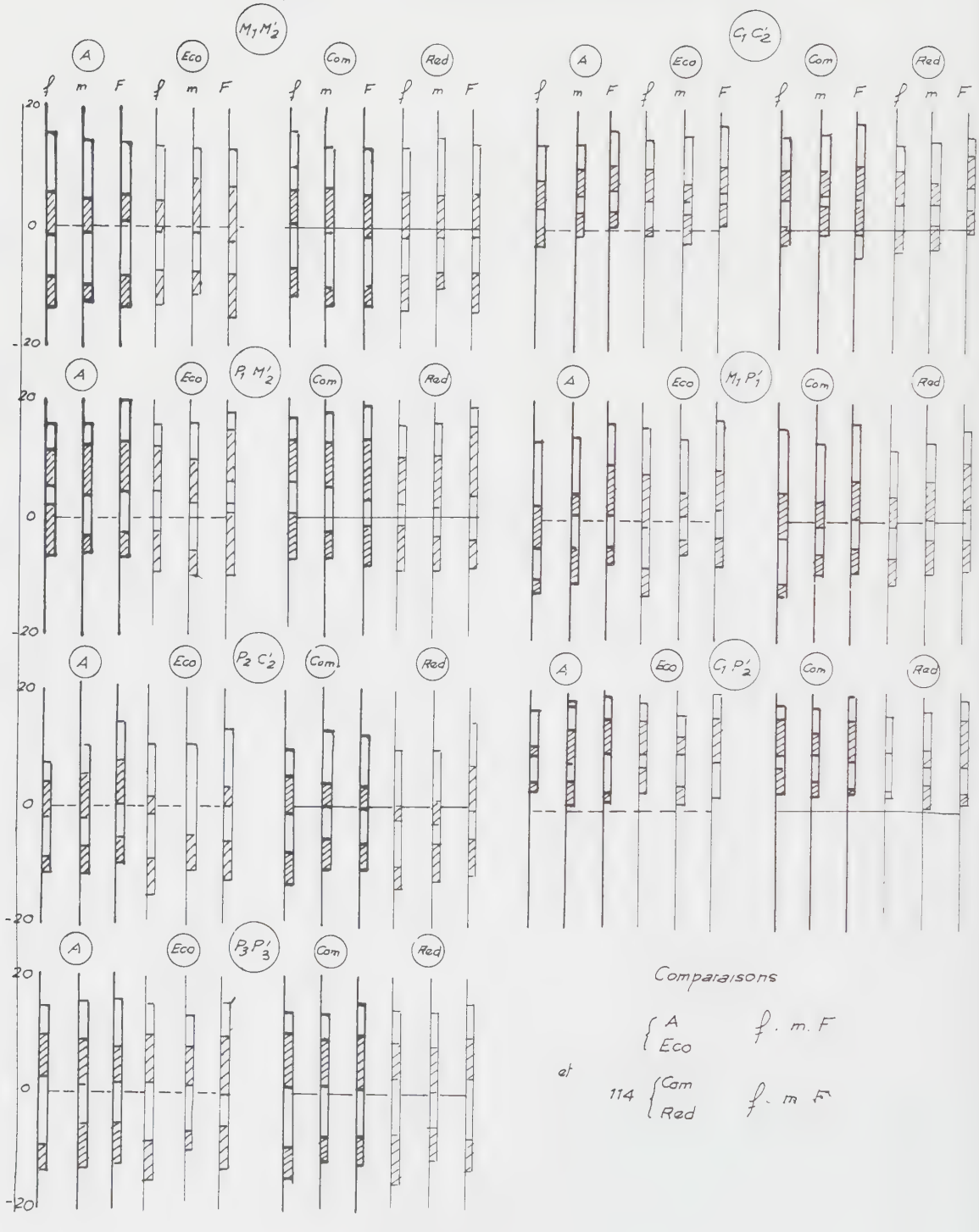
Comparaison

{ A M. Qu. Sou
{ Eco S. Or. Rel

(~ bruit rose)

Tableau 78

Graphiques échelles d'anchaînement (bruit rose)



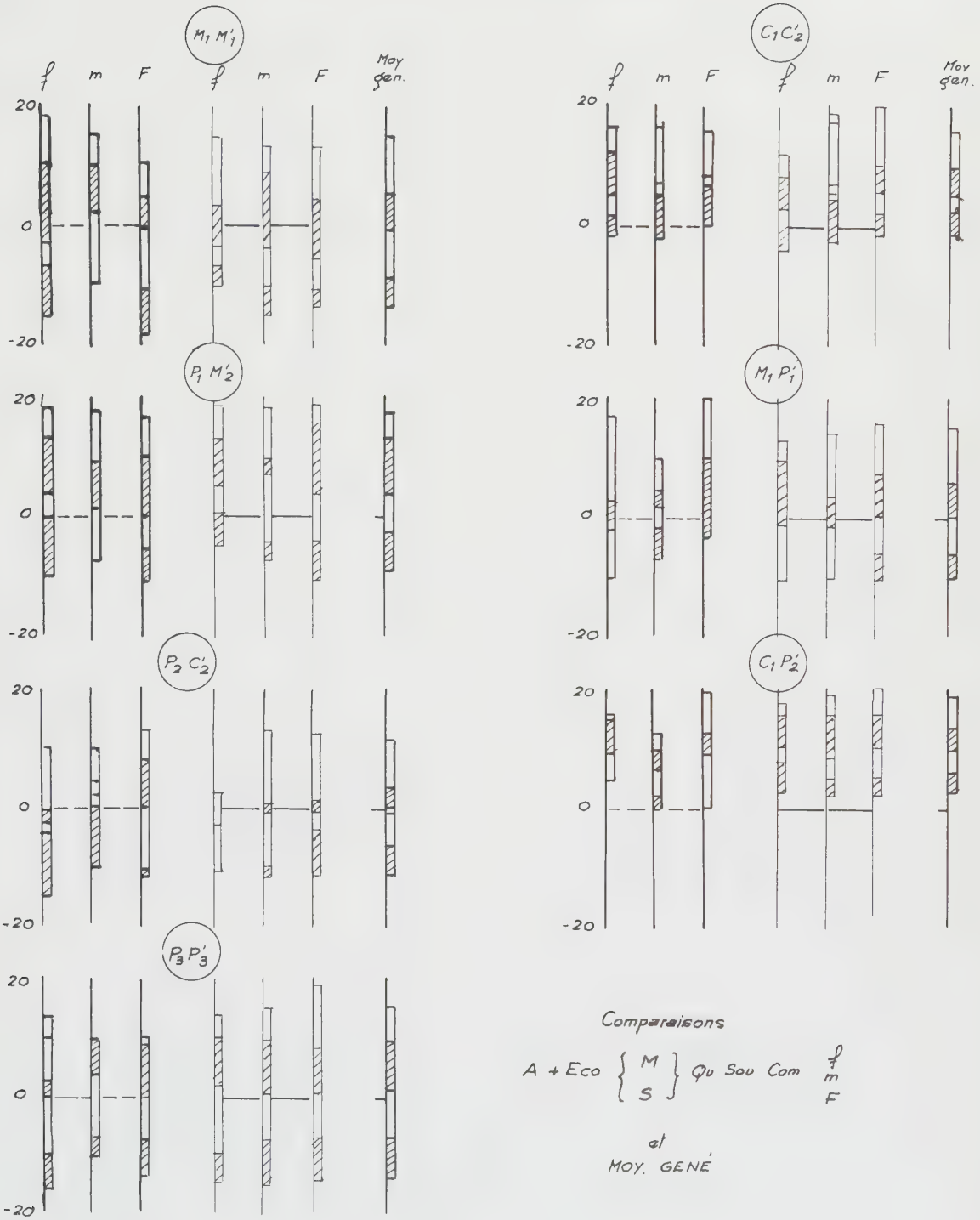
Comparaisons

$\left\{ \begin{matrix} A \\ Eco \end{matrix} \right.$ f. m. F

et

114 $\left\{ \begin{matrix} Com \\ Rad \end{matrix} \right.$ f. m F

Tableau 79

Graphes echelle d'enchaînement / BR

Comparaisons

A + Eco { M / S } Qu Sou Com f / m / F

et

MOY. GENÉ

Tableau 80

Transitions acoustiques . echelles

$M_1 M'_2$

f	m	F	f	m	F
10	10	17	15	15	15
4	0	0	0	0	10
-5	-6	-7	6	-5	-10
-5	-5	-7	-4	-5	-10
-7	-14	-10	-7	-14	-7

$C_1 C'_2$

f	m	F	f	m	F
7	10	20	7	10	15
7	5	14	6	7	7
7	6	0	6	3	5
3	4	6	-10	5	5
-5	3	5	-7	-7	0

$P_1 M'_2$

10	7	15	4	15	16
5	9	14	7	4	5
0	-3	7	5	0	5
4	-5	-14	3	3	-3
-10	-7	-7	3	-10	-10

$M_1 P'_1$

5	17	20	7	20	15
10	6	6	0	10	4
-4	-5	0	-5	4	4
-5	-4	-5	-3	0	-5
-7	-2	-15	-13	-10	0

$P_2 C'_2$

5	14	17	10	15	15
5	5	7	-4	5	5
-4	4	4	7	0	5
3	4	-7	-5	-4	-16
-14	-10	-14	-16	4	-10

$C_1 P'_2$

16	20	15	15	17	20
10	10	7	10	5	15
6	5	6	4	0	7
-7	4	5	-8	-4	4
-15	-5	7	-7	4	5

$P_3 P'_3$

7	20	14	6	20	20
5	7	14	15	17	7
0	0	5	4	4	4
-4	-4	-5	-15	0	-5
-14	-14	-14	-16	-14	-5

Comparaison

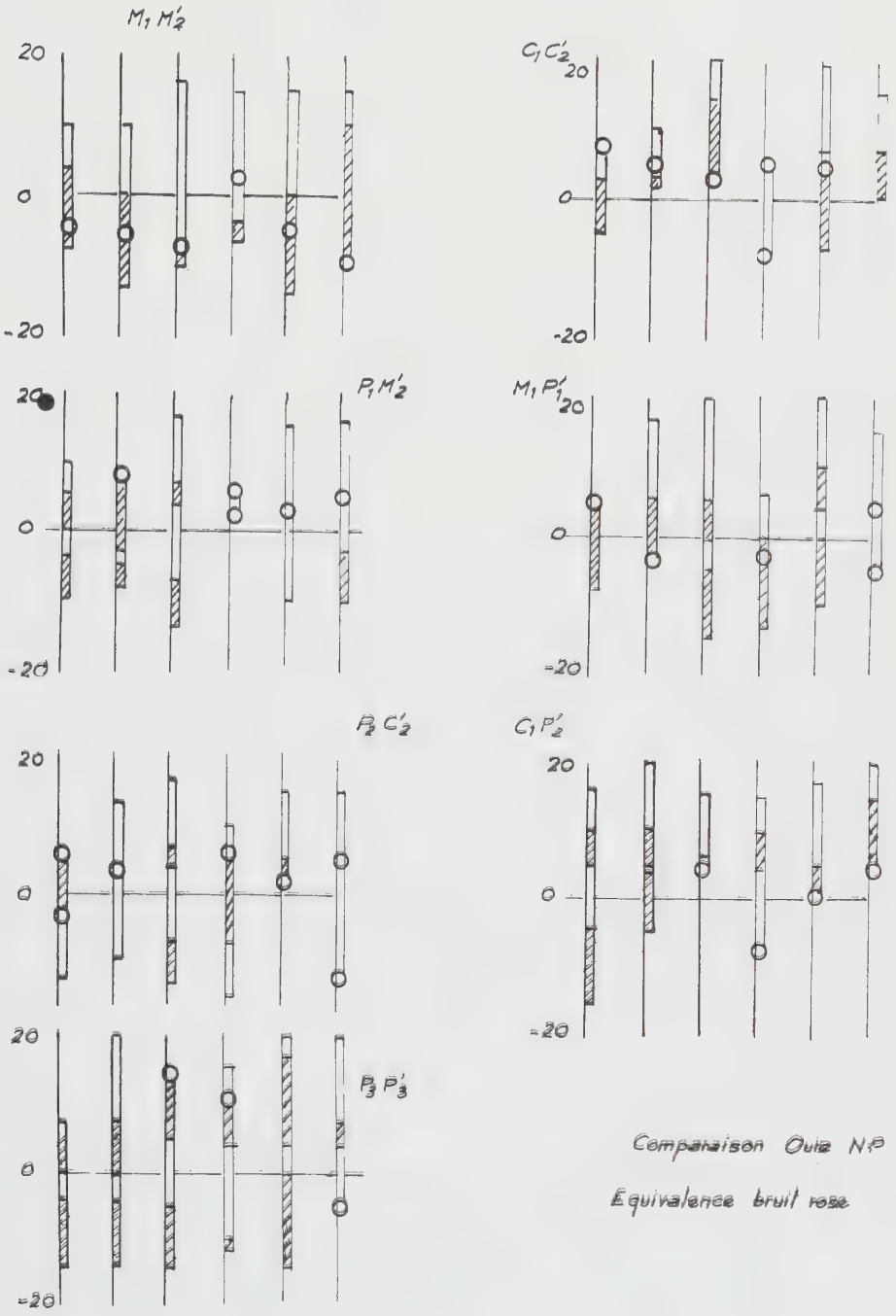
N . P

2ème partie

f.m.F normale ← ouïe → f.m.F perturbée

Tableau 81

Equivalence BR (graphes)



Comparaison Ouïe N.P

Equivalence bruit rose

TABLEAU 82

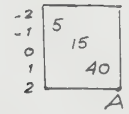
Modulations utilisées

5 15 40 4 * en position "o"

MOD'.	GENRES		Indices * dynamiques	TD	TS
A	Arcanna (Varèse)	symph	45 50 53	252515 253435 443435	153322 153432 154432
B	Quatuor corde	chambre	38 38 34	242434 242434 233535	464101 233222 353222
C	Piratan Blues	Jazz	42 42 42	232323 034.223 034223	242254 332254 242254
D	Le refus	dramatique	53 53 55	022222 054525 054525	253331 244242 253232
E	Joan Sutherland	Chant F	12 27 35	013111 123223 132334	443212 453211 453211
F	speaker F	Parole F	37 49 54	244535 044535 043535	253232 253223 253243
G	Cœur variétés	variétés	24 32 50	233333 443435 043535	153243 164343 342232
H	Renault	bruitage	23 32 35	022103 032313 442324	332145 332155 332155
I	Symphonie fantastique	Symph.	25 33 45	032323 033434 233454	243232 243242 243242
J	Mystères du Cosmos	Parole H	44 44 45	143435 243435 443435	143253 153253 143253
K	Musique d'Erich Zahn	Symph.	10 12 49	122111 022223 332355	354202 264212 264212
L	Prokofieff	Piano	32 34 51	133423 143434 153444	253311 255320 253320
M	Jazz Stéreo	Jazz	38 38 39	034424 034424 034424	243242 243242 253232
N	Comediens	Parole H F	47 47 50	132444 143535 343535	243343 243243 243243
O	Concert Maîtrise	Chant F	30 30 44	124222 223244 233355	042444 043335 043445
P	Poèmes St J Perse	Parole H	48 55 55	042525 042525 042525	444231 343231 343231
Q	Variétés chant	Chant H	55 55 55	142444 043434 043422	453122 453132 35313[illegible]
R	Trompes de chasse	Bruitage	38 42 42	233222 033232 033242	153432 053422 053440
S	L'apprenti sorcier	Symph	37 37 37	032333 023333 033333	043324 043324 [illegible]
T	Poèmes St J Perse	Parole F	42 43 48	032452 032452 042452	343213 343213 343213

TABLEAU 83

MOYENNE GENERALE



A

2,2 0,4	3,4 0,7	4,0 0,8
0,0 0,1	1,0 0,2	1,5 0,3
0,7 0,0	1,5 0,3	1,8 0,3
0,7 0,0	1,5 0,3	1,2 0,3
3,0 0,1	1,5 0,3	4,0 0,2
0,4	0,3	0,5

B

3,5 0,5	1,7 0,3	2,5 0,5
0,0 0,1	1,0 0,2	3,5 0,5
1,3 0,1	0,7 0,2	1,2 0,5
1,5 0,1	2,5 0,1	0,8 0,2
1,8 0,3	3,0 0,4	0,0 0,2
0,3	0,4	0,1

K

0,4 0,0	1,7 0,3	2,0 0,4
0,4 0,0	1,0 0,3	3,0 0,5
0,0 0,0	0,5 0,2	1,5 0,5
1,0 0,1	1,0 0,1	1,5 0,3
0,0 0,1	1,5 0,2	2,0 0,3
0,1	0,2	0,3

L

3,0 0,5	3,4 0,5	3,0 0,6
2,1 0,3	1,0 0,2	2,5 0,4
1,8 0,2	1,9 0,4	1,5 0,3
2,0 0,3	2,0 0,4	3,5 0,5
2,0 0,3	2,0 0,4	1,2 0,2
0,3	0,3	0,2

C

0,0 0,1	2,5 0,4	3,8 0,7
0,8 0,1	0,7 0,1	4,6 0,9
1,0 0,1	1,5 0,2	2,9 0,5
2,5 0,1	1,8 0,2	1,0 0,2
2,0 0,5	0,7 0,4	1,0 0,2
0,4	0,2	0,2

D

0,7 0,1	1,2 0,2	0,3 0,0
2,0 0,3	0,3 0,0	0,2 0,0
0,2 0,0	0,0 0,0	1,7 0,2
1,5 0,0	1,3 0,1	2,1 0,2
2,5 0,2	3,5 0,2	0,8 0,3
0,4	0,5	0,1

M

2,5 0,3	1,4 0,3	3,5 0,6
0,4 0,0	1,5 0,3	3,5 0,6
2,0 0,0	2,5 0,3	2,5 0,6
1,0 0,3	1,0 0,4	3,5 0,5
0,4 0,1	2,0 0,2	3,0 0,5
0,0	0,3	0,4

N

1,5 0,2	3,0 0,6	3,5 0,8
2,0 0,3	3,0 0,5	2,0 0,4
2,2 0,3	2,0 0,3	2,5 0,4
4,5 0,3	2,0 0,3	1,4 0,4
1,4 0,6	2,0 0,4	3,0 0,3
0,2	0,4	0,5

E

0,0 0,1	2,9 0,5	0,5 0,1
0,3 0,0	2,0 0,3	1,5 0,3
0,0 0,0	1,2 0,2	2,2 0,8
0,7 0,0	1,3 0,2	0,0 0,8
0,0 0,0	1,5 0,2	1,2 0,1
0,1	0,1	0,2

F

0,0 0,1	2,5 0,5	2,3 0,4
0,3 0,0	1,5 0,2	2,5 0,4
0,0 0,0	1,5 0,2	1,2 0,2
1,7 0,0	1,8 0,2	3,2 0,2
0,2 0,3	0,8 0,3	2,0 0,5
0,0	0,1	0,3

O

1,5 0,3	1,0 0,2	2,7 0,5
0,5 0,1	1,4 0,2	1,2 0,2
1,5 0,2	2,0 0,3	2,2 0,4
0,9 0,2	2,5 0,3	1,5 0,4
1,5 0,1	3,0 0,4	1,5 0,3
0,2	0,4	0,3

P

2,5 0,4	3,5 0,5	3,0 0,6
2,5 0,2	2,5 0,5	1,5 0,3
0,5 0,3	1,5 0,4	1,0 0,3
2,5 0,0	1,7 0,3	1,0 0,2
1,0 0,3	1,5 0,3	1,5 0,2
0,1	0,3	0,2

G

0,2 0,0	2,7 0,4	3,4 0,5
1,0 0,0	3,4 0,6	1,0 0,2
2,5 0,0	0,0 0,6	1,1 0,2
0,1 0,3	0,5 0,1	3,2 0,2
2,5 0,1	1,2 0,1	3,0 0,4
0,2	0,2	0,4

H

1,0 0,2	2,0 0,4	4,0 0,7
1,5 0,2	0,0 0,3	3,8 0,7
1,0 0,2	3,5 0,1	0,5 0,7
0,7 0,1	1,7 0,5	4,7 0,1
0,5 0,2	2,2 0,3	3,5 0,5
0,1	0,4	0,5

Q

1,5 0,2	4,0 0,6	2,0 0,4
2,5 0,3	1,5 0,2	2,5 0,4
0,9 0,3	2,5 0,2	2,2 0,4
1,5 0,1	1,5 0,4	1,0 0,4
0,5 0,2	2,0 0,2	2,0 0,2
0,0	0,3	0,3

R

1,9 0,3	1,0 0,2	2,5 0,4
1,9 0,2	3,0 0,5	2,3 0,4
1,0 0,2	1,2 0,2	2,0 0,4
1,0 0,2	1,8 0,2	2,5 0,4
0,9 0,2	1,7 0,3	2,0 0,4
0,1	0,3	0,4

I

3,5 0,6	3,5 0,7	2,7 0,5
1,8 0,3	3,0 0,5	3,6 0,6
1,6 0,2	0,2 0,0	0,6 0,1
0,3 0,0	2,0 0,3	1,5 0,3
2,3 0,4	1,5 0,3	1,5 0,3

J

1,0 0,2	3,8 0,7	3,0 0,7
4,5 0,6	3,0 0,5	1,0 0,2
3,5 0,4	0,7 0,1	0,8 0,2
0,4 0,0	0,5 0,1	3,0 0,5
1,3 0,3	0,0 0,1	1,7 0,2
0,3	0,1	0,2

S

1,0 0,2	2,0 0,3	1,2 0,3
1,0 0,1	1,0 0,2	2,0 0,4
1,0 0,2	2,0 0,3	2,2 0,3
2,4 0,1	1,5 0,4	1,5 0,4
0,3	0,3	0,3

T

1,0 0,1	1,6 0,2	2,2 0,4
1,4 0,2	1,0 0,2	1,0 0,2
0,0 0,1	1,0 0,2	2,5 0,4
0,5 0,1	0,9 0,2	1,7 0,4
0,5 0,1	1,0 0,2	1,5 0,0
0,1	0,2	0

TABLEAU 84

A Eco	M S	Qu Or	Sou Rel

(154)

A

M	S	Qu	Or	Sou	Rel
3,1	3,4	3,4	3,0	2,8	3,3
3,2	2,9	2,9	3,1	3,3	2,8
2,1	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9
1,9	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1
1,9	2,0	1,8	1,7	1,7	2,0
1,9	1,7	2,0	2,0	2,1	1,8
2,0	2,0	2,1	1,6	1,8	1,7
1,9	1,8	1,7	1,7	1,5	1,7
2,5	1,9	2,3	2,3	2,1	1,9
1,8	2,4	2,0	2,3	2,5	2,7

B (Eco)

1,9	2,1	2,1	1,7	1,8	1,8
1,9	1,7	1,7	2,1	2,0	1,9
1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8
1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4
1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,4
1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,6
2,4	2,2	2,6	2,1	1,4	2,3
2,0	2,2	1,8	2,5	2,2	2,3
2,6	2,7	2,7	2,1	2,3	2,0
2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	2,3

C (Eco)

2,2	2,6	2,4	2,5	2,6	2,4
2,6	2,2	2,4	2,5	2,4	2,6
2,4	2,5	2,6	2,0	1,9	2,1
2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,0
1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6
1,8	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6
2,2	2,0	2,1	2,3	1,9	2,3
2,4	2,6	2,5	2,2	2,3	1,9
2,4	2,0	2,3	2,5	2,7	2,7
2,1	2,4	2,2	2,6	2,5	2,4

D (Eco)

1,5	1,7	2,1	1,8	1,5	1,7
1,9	1,7	1,3		1,8	1,6
1,8	1,9	1,9	1,4	1,2	1,3
1,6	1,4	1,5	0,9	1,1	1,0
1,1	1,1	1,2	1,5	1,3	1,4
1,2	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2
1,9	2,1	2,2	1,7	1,6	2,0
2,2	2,0	1,8	1,9	2,0	1,7
1,9	2,3	2,4	2,1	2,0	2,1
2,3	2,0	1,8	2,0	2,2	2,1

E (Eco)

2,3	2,1	2,1	2,7	2,2	2,5
1,8	2,1	2,1	2,4	2,9	2,6
1,7	1,7	1,9	1,6	1,9	1,7
1,8	1,8	1,6	1,9	1,7	1,9
1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,6
1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
1,3	1,2	1,4	2,0	1,7	1,8
1,4	1,5	1,3	1,7	2,0	1,9
2,1	2,0	2,4	1,6	1,7	2,0
2,1	2,2	1,8	1,7	1,6	1,3

F (Eco)

2,6	2,8	2,9	2,7	3,1	2,8
3,0	2,9	2,8	3,1	3,1	2,7
2,2	1,9	1,9	2,2	1,7	1,6
1,5	1,8	1,8	1,3	1,7	1,9
1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	1,8
1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,8
1,9	1,9	1,9	2,0	1,8	2,1
1,9	2,0	2,0	1,8	2,1	2,1
1,5	1,2	1,5	1,3	1,5	1,6
1,4	1,6	1,6	1,6	2,0	1,8

G (Eco)

2,6	2,1	2,7	2,1	2,0	2,1
1,9	2,4	1,8	2,1	2,2	2,0
1,8	1,6	1,9	1,7	1,7	1,6
1,6	1,8	1,5	2,1	2,1	2,2
1,5	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6
1,7	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4
1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5
2,0	1,9	1,7	1,7	1,8	1,8
1,7	1,4	1,8	3,4	1,7	1,8
1,4	1,8	1,4	1,4	2,1	2,0

H (Eco)

2,8	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
2,6	2,8	2,7	2,7	2,3	2,7
2,5	2,9	2,7	2,7	2,1	2,4
2,9	2,5	2,7	2,1	2,4	2,1
2,4	2,5	2,3	2,6	2,7	2,6
2,4	2,3	2,5	2,7	2,6	2,5
2,7	2,4	2,9	1,7	2,1	2,0
2,3	2,6	2,1	2,3	1,9	2,0
1,7	2,0	1,9	1,7	1,9	2,0
2,1	1,9	1,9	2,0	1,9	1,8

I (Eco)

3,7	3,9	4,2	3,0	3,3	3,5
3,9	3,8	3,5	3,5	3,2	3,0
2,7	3,3	3,1	3,3	2,9	3,1
3,2	2,6	2,6	3,1	3,5	3,2
1,4	1,6	1,6	2,1	1,8	2,2
1,7	1,6	1,5	1,8	2,1	1,7
2,1	2,0	2,2	1,9	1,8	2,0
1,9	2,0	1,8	1,8	2,0	2,0
2,2	2,5	2,5	2,1	2,1	2,1
2,4	2,2	2,2	2,1	2,1	1,8

J (Eco)

2,7	3,0	3,2	2,5	3,0	3,1
2,9	2,6	2,5	3,5	3,0	2,9
3,3	3,3	3,3	2,8	3,1	2,9
3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	2,9
1,6	2,0	1,7	1,6	1,7	1,8
2,0	1,7	1,9	1,6	1,4	1,3
1,2	1,1	1,5	1,6	1,5	1,6
1,8	1,6	1,1	1,6	1,6	1,6
2,2	2,1	2,0	2,1	1,8	1,9
1,9	2,2	2,0	1,8	2,0	2,1

K (Eco)

1,8	1,5	1,9	1,9	1,6	1,5
1,8	2,1	1,7	1,5	1,9	2,0
1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,9
1,4	1,4	1,5	1,8	1,9	1,4
1,4	1,6	1,4	1,5	1,3	1,4
1,5	1,4	1,5	1,2	1,4	1,3
1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
1,2	1,4	1,4	1,6	1,4	1,2
1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,7
1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,4

L (Eco)

1,9	2,1	2,0	2,3	1,9	1,9
1,9	2,1	2,2	2,0	2,4	2,4
1,9	1,9	1,6	2,0	1,6	1,9
2,1	2,1	2,3	1,3	2,3	2,0
2,0	1,9	2,0	1,9	1,8	1,8
1,7	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9
1,9	1,9	1,7	2,1	1,9	1,9
2,1	2,1	1,8	1,6	1,6	1,4
2,1	1,9	2,1	1,6	1,6	1,4
1,9	1,9	2,1	1,6	1,6	1,4

M (Eco)

2,5	2,5	2,7	2,7	2,2	2,6
2,6	2,6	2,4	2,1	2,6	2,2
2,3	2,3	2,3	2,3	2,1	2,2
2,4	2,4	2,3	2,1	2,3	2,2
1,9	1,9	1,9	2,0	1,6	1,9
2,0	2,0	2,0	1,9	[illegible]	2,0
2,0	2,0	2,2	1,5	1,5	1,7
2,2	2,1	1,9	1,5	1,5	1,3
1,5	1,6	1,9	2,0	1,6	1,7
2,0	1,9	1,7	1,5	1,9	1,8

N (Eco)

3,1	3,1	3,0	3,1	3,0	3,0
3,1	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1
3,1	2,5	2,9	2,6	2,2	2,2
2,6	3,3	2,9	2,5	2,8	2,3
1,9	1,9	2,1	1,6	1,6	1,7
1,9	1,9	2,1	1,6	1,9	1,6
2,7	2,5	2,6	2,9	2,7	2,7
2,6	2,8	2,7	2,6	2,5	2,8
1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5
1,7	1,6	1,7	1,8	1,5	1,3

O (Eco)

2,2	2,2	1,9	1,9	1,7	1,8
2,1	2,1	2,4	1,9	2,0	1,9
1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,5
1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,1
1,7	1,6	1,6	1,4	1,2	1,3
1,5	1,6	1,6	1,3	1,5	1,4
1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3
1,3	1,4	1,3	1,5	1,6	1,6
1,7	1,6	1,6	1,6	1,2	1,4
1,4	1,5	1,6	1,4	1,7	1,4

P (Eco)

2,1	1,9	2,1	2,0	2,1	1,7
2,1	2,3	2,0	1,8	2,1	2,2
1,7	1,4	1,6	1,4	2,0	1,5
1,3	1,4	1,6	1,4	1,7	2,0
1,5	1,6	1,7	1,8	1,5	1,3
1,6	1,6	1,4	1,4	1,7	1,9
2,0	2,3	2,0	1,8	1,8	1,8
2,0	1,8	2,0	2,2	2,2	2,2
1,9	2,0	1,8	1,9	1,6	1,7
1,2	1,6	1,4	1,6	1,9	1,8

Q (Eco)

1,9	2,1	1,7	1,6	1,4	1,6
2,2	2,1	2,4	1,9	2,2	1,9
1,3	1,5	1,5	1,7	1,3	1,6
1,5	1,5	1,3	1,3	1,7	1,5
1,7	1,4	1,5	1,8	1,3	1,8
1,2	1,5	1,3	1,6	2,1	1,7
1,6	1,8	1,5	1,4	0,9	1,2
1,6	1,4	1,8	1,2	1,7	1,4
1,7	1,2	1,3	1,4	0,9	1,2
1,3	1,7	1,6	1,2	1,7	1,4

R (Eco)

1,8	1,9	1,7	1,9	1,7	1,7
1,8	1,7	1,7	2,4	2,0	1,9
2,4	2,5	2,5	2,4	2,1	2,4
2,5	2,4	2,4	2,1	2,4	2,5
1,5	1,4	1,5	1,3	1,1	1,4
1,5	1,4	1,7	1,7	1,5	1,7
1,6	1,4	1,4	1,5	1,6	1,4
1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,4
1,8	1,4	1,8	1,8	1,6	2,0
1,8	1,9	1,8	1,6	1,8	1,7

S (Eco)

1,8	1,4	1,5	1,9	1,5	1,6
1,6	1,9	1,8	1,5	1,9	1,8
1,9	1,9	2,0	1,6	1,4	1,7
2,1	2,1	2,0	1,6	1,9	1,6
1,8	1,8	1,5	1,6	1,5	1,4
1,7	1,6	1,9	1,7	1,8	1,9
1,9	1,9	1,9	2,0	1,8	2,0
2,2	2,3	2,3	2,0	2,2	2,1
1,8	2,0	2,2	1,9	1,7	1,9
2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	1,8

T (Eco)

1,3	1,2	1,4	1,6	1,4	1,5
1,9	1,5	1,3	1,4	1,3	1,6
1,1	1,7	1,3	1,3	1,5	1,7
1,8	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6
1,2	1,4	1,1	1,5	1,7	1,6
1,1	1,4	1,6	1,0	1,2	1,3
1,5	1,2	1,4	1,3	1,2	1,0
1,6	1,4	1,2	1,5	1,0	1,7
1,4	1,2	1,4	1,3	1,5	1,2
1,7	1,2	1,4	1,3	1,5	1,0

TABLEAU 85

A Eco	f m F	(15 Δ)

A

f	m	F	f	m	F
2,7		3,4	3,4		3,1
	3,5			2,7	
2,0		2,4	1,9		1,9
	1,7			2,1	
1,7		1,7	1,5		1,6
	2,4			2,3	
1,8		2,1	1,4		1,6
	2,0			1,8	
2,5		2,3	2,4		2,3
	1,6			2,1	

A B Eco

2,1		1,6	2,0		1,9
	2,0			1,7	
1,8		1,7	1,4		1,5
	1,5			1,9	
1,7		1,4	1,6		1,4
	1,6			1,5	
2,0		2,3	1,9		2,7
	2,3			2,3	
2,3		2,5	2,1		2,2
	2,5			2,2	

K

1,6		1,9	1,8		1,9
	1,9			1,5	
1,3		1,8	1,4		1,9
	1,2			1,6	
1,4		1,6	1,2		1,6
	1,5			1,2	
1,1		1,4	1,1		1,6
	1,3			1,4	
1,2		1,3	1,3		1,7
	1,8			1,6	

L

2,0		2,2	2,0		2,6
	2,1			1,9	
1,8		2,3	1,7		2,2
	2,0			2,0	
1,4		2,0	1,3		2,6
	2,1			1,6	
1,8		2,1	1,6		2,3
	1,6			2,2	
1,9		2,3	1,3		1,8
	1,8			1,6	

C

2,3		2,4	2,8		2,3
	2,5			2,4	
2,2		2,6	2,0		2,0
	2,3			2,1	
1,6		1,3	1,6		1,8
	1,6			1,4	
2,3		2,1	1,5		2,6
	2,5			2,2	
2,1		2,3	2,3		2,4
	2,3			3,0	

D

1,7		1,4	1,5		1,7
	2,0			1,8	
1,8		1,3	1,0		1,2
	1,9			1,3	
1,2		1,1	1,2		1,2
	1,2			1,5	
2,2		1,8	1,6		1,9
	2,1			2,0	
2,4		2,1	2,4		2,0
	1,9			1,9	

M

2,5		2,6	2,1		2,7
	2,5			2,4	
2,0		2,6	2,1		2,4
	2,4			2,2	
2,0		1,9	1,6		2,2
	1,9			2,0	
2,0		2,3	1,3		1,5
	1,9			1,7	
1,4		1,9	1,8		1,7
	1,9			1,9	

N

2,4		3,8	2,1		3,4
	3,1			3,6	
3,1		2,8	1,9		3,1
	2,9			2,5	
1,8		1,8	1,1		2,1
	1,9			1,8	
2,5		2,9	3,0		2,6
	2,5			2,8	
1,3		1,8	1,3		2,4
	1,7			1,8	

E

2,3		1,9	2,9		2,6
	2,1			2,1	
1,7		1,9	1,3		1,7
	1,6			2,3	
1,4		1,2	1,3		1,3
	1,5			1,7	
1,5		1,0	1,8		2,0
	1,6			1,8	
1,9		2,3	1,2		1,8
	2,2			2,0	

F

3,1		2,6	3,4		2,7
	2,9			2,6	
2,0		1,9	2,2		1,3
	1,7			1,7	
1,8		1,8	2,2		1,5
	1,7			1,6	
1,5		1,9	2,2		1,7
	2,3			1,8	
1,6		1,4	2,0		1,2
	1,3			1,9	

D

1,9		2,4	1,6		1,9
	2,1			2,1	
1,1		1,5	1,0		1,6
	1,4			1,3	
1,6		1,6	1,2		1,5
	1,7			1,4	
1,3		1,5	1,3		1,9
	1,3			1,3	
2,0		1,5	0,9		1,6
	1,2			1,8	

P

2,0		2,0	1,8		2,0
	2,2			2,1	
1,5		1,6	1,3		1,8
	1,4			1,7	
1,3		2,0	1,3		1,8
	1,5			1,7	
1,9		2,0	2,2		1,8
	2,2			2,1	
1,5		1,6	1,5		2,3
	1,5			1,8	

G

2,5		1,8	2,0		2,3
	2,5			1,9	
1,7		1,7	1,7		2,1
	1,7			1,9	
1,7		1,3	1,8		0,8
	1,8			1,8	
2,3		1,5	1,7		1,6
	2,0			1,9	
1,7		1,5	1,9		1,7
	1,5			2,1	

H

2,3		2,8	2,6		3,2
	3,0			2,8	
2,4		2,9	1,8		2,4
	2,7			2,9	
2,4		2,5	2,6		2,7
	2,3			2,6	
2,6		2,5	1,9		2,3
	2,4			1,8	
1,9		1,9	3,0		2,1
	2,0			1,6	

Q

2,3		2,1	1,4		2,2
	1,9			1,7	
1,5		1,5	1,5		1,6
	1,2			1,5	
1,5		1,3	1,4		2,0
	1,5			1,8	
1,6		1,6	1,2		1,6
	1,7			1,1	
1,4		1,5	1,2		1,4
	1,4			1,3	

R

1,7		1,9	1,5		1,9
	1,8			1,7	
1,8		3,0	1,5		2,7
	2,6			2,5	
1,5		1,8	0,9		2,7
	1,5			1,6	
1,4		1,6	1,3		1,9
	1,4			1,7	
1,7		1,9	1,2		1,9
	1,8			2,0	

I

3,6		3,8	2,9		3,6
	4,0			3,2	
2,8		3,1	3,4		3,0
	3,0			3,1	
1,6		1,8	1,5		2,2
	1,3			2,1	
2,1		1,7	1,7		1,8
	2,2			2,0	
2,1		2,3	2,0		2,2
	2,6			2,1	

J

2,7		3,6	3,8		3,1
	3,2			3,1	
2,8		3,0	3,3		2,8
	3,1			2,9	
1,7		2,2	1,3		1,4
	2,1			1,9	
1,3		1,8	1,4		1,3
	2,0			2,1	
2,3		2,2	2,4		1,5
	2,1			2,0	

S

1,6		1,7	1,5		1,6
	1,7			2,0	
1,5		2,5	1,5		1,4
	2,0			1,9	
1,6		2,0	1,3		1,8
	1,4			1,9	
2,3		2,2	1,9		2,3
	1,7			1,8	
1,9		2,0	1,5		2,0
	2,0			1,9	

T

1,4		1,4	1,8		1,4
	1,2			1,6	
1,3		1,4	1,0		1,5
	1,7			1,3	
1,3		1,6	1,1		1,4
	1,7			1,5	
1,2		1,0	1,4		1,5
	1,6			1,2	
1,2		1,4	1,2		1,6
	1,3			1,2	

TABLEAU 86

114	Com / Red	ℓ . m . F

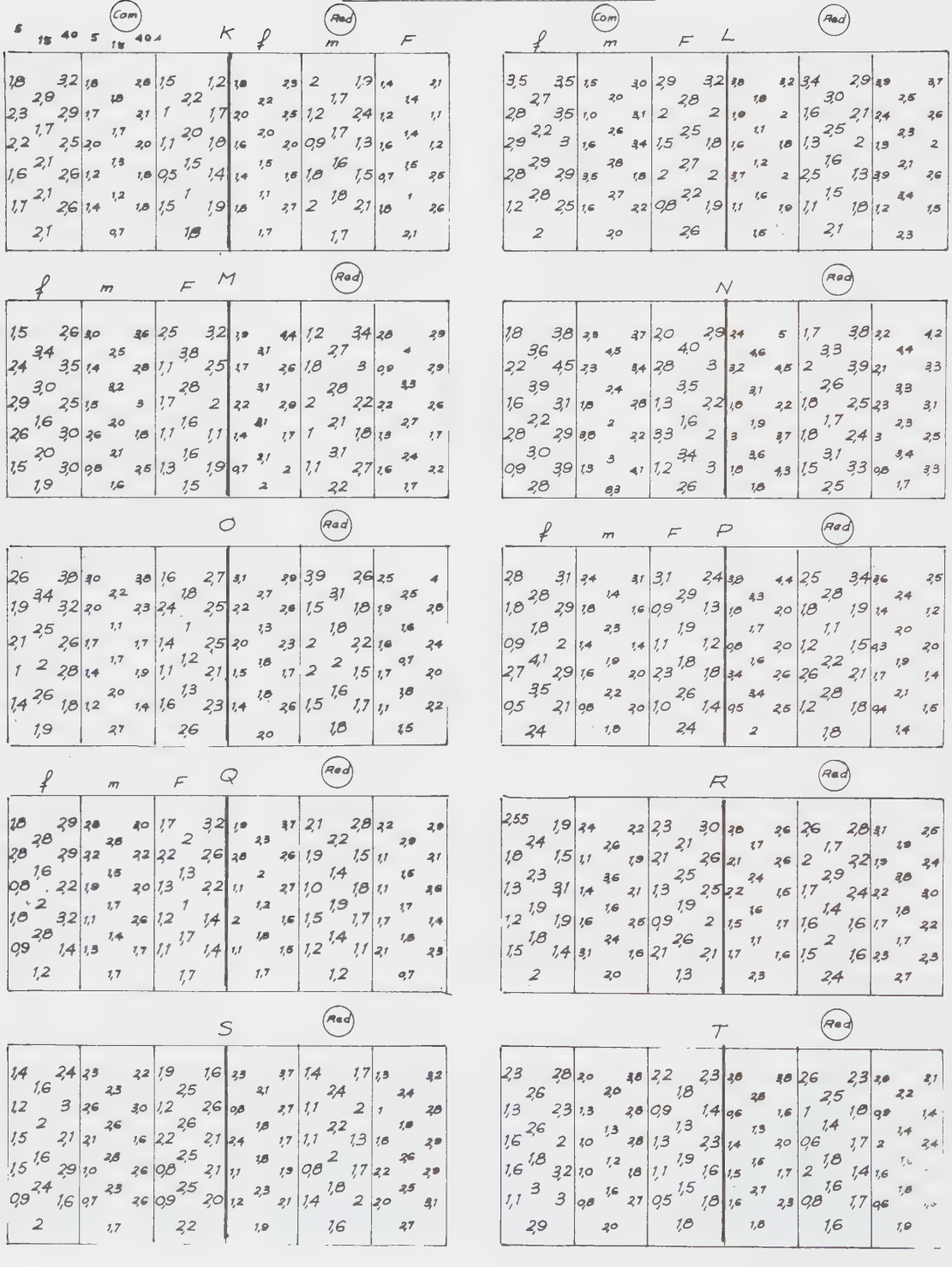


TABLEAU 87

A + Eco	M S	Qe Sou Com ℓ m F

(Δt = 15 secondes)

A

ℓ	m	F	ℓ	m	F
3,6		3,6	2,4		4,2
	3,5			3,6	
2,0		1,5	1,6		2,0
	1,6			1,9	
1,4		1,8	1,8		1,5
	2,4			3,0	
1,7		1,6	1,2		2,6
	2,4			2,3	
1,6		2,6	1,4		2,6
	0,6			1,7	

B (S)

3,7		1,5	1,7		2,5
	1,7			2,5	
1,9		2,1	2,2		2,0
	2,0			1,1	
1,9		1,3	1,8		1,0
	1,5			1,9	
2,6		3,4	1,6		3,0
	3,0			2,7	
3,2		3,1	1,8		1,7
	2,4			2,2	

K (S)

1,2		1,7	1,0		1,8
	1,9			1,2	
1,6		2,0	0,7		2,0
	1,6			1,2	
1,1		1,8	0,7		1,7
	1,8			1,6	
1,1		1,2	0,4		1,5
	1,3			1,8	
1,5		1,4	0,7		1,2
	1,8			2,0	

L (S)

2,0		2,1	0,7		2,8
	2,2			1,6	
1,6		1,7	0,7		2,5
	1,5			1,6	
1,2		2,1	1,0		2,6
	2,4			1,2	
1,3		1,7	1,0		2,8
	1,8			1,4	
1,3		2,1	1,0		2,0
	2,0			1,9	

C

2,2		2,5	1,8		2,2
	3,0			2,9	
2,7		2,5	1,7		2,7
	1,7			2,8	
1,2		0,8	1,6		2,5
	1,1			1,6	
0,7		2,5	1,7		2,7
	2,7			2,3	
2,2		2,7	2,0		2,2
	2,4			2,1	

(M) **D**

1,2		2,3	2,2		1,2
	2,1			2,8	
1,3		0,7	1,5		2,5
	2,7			1,7	
1,3		1,1	0,9		1,0
	2,6			1,2	
1,1		1,8	2,7		2,2
	2,3			1,8	
3,1		2,4	1,7		2,8
	1,7			2,0	

M

3,0		2,5	1,2		3,4
	2,6			2,3	
2,2		2,0	1,2		3,2
	2,3			1,0	
1,2		2,2	1,0		2,3
	1,0			1,7	
1,6		1,2	0,2		2,8
	2,1			2,8	
1,5		1,7	0,2		1,7
	1,9			2,2	

N

2,5		4,2	0,7		4,0
	3,2			2,6	
2,6		2,0	1,0		3,6
	2,2			1,3	
1,6		1,5	0,0		2,2
	1,4			1,8	
2,8		2,5	1,3		4,0
	2,2			1,1	
0,6		1,8	0,4		3,0
	1,4			1,7	

E

2,8		2,7	1,9		2,2
	2,3			1,8	
1,4		2,5	1,4		2,2
	1,9			2,2	
1,2		1,3	1,8		1,8
	1,5			2,0	
1,0		1,7	1,5		1,0
	1,6			1,8	
2,0		2,7	1,6		1,7
	2,5			1,7	

(M) **F**

3,0		3,0	2,7		2,7
	2,3			2,6	
2,5		1,9	0,8		1,7
	3,3			1,0	
3,0		2,5	1,8		1,2
	1,6			1,8	
1,7		2,0	1,8		1,0
	1,7			2,0	
1,4		1,3	1,2		1,8
	1,5			1,4	

O

2,0		2,4	0,8		2,6
	2,0			1,0	
1,1		1,7	0,2		2,3
	1,2			0,7	
1,7		1,0	0,7		2,2
	1,5			1,3	
1,2		2,2	1,0		1,5
	1,1			1,0	
1,0		1,4	1,0		1,6
	1,7			1,5	

P

1,6		1,9	0,7		3,0
	2,4			1,5	
1,2		1,7	0,8		2,3
	1,9			0,7	
1,4		1,2	0,0		2,6
	1,6			1,6	
2,4		1,5	0,2		2,2
	2,7			1,9	
1,1		1,6	1,0		1,7
	2,5			1,3	

G

3,0		2,3	1,9		2,8
	2,5			2,9	
0,7		1,7	1,6		3,0
	2,7			1,6	
2,1		1,0	2,0		1,2
	1,6			2,8	
2,1		1,0	1,7		2,5
	1,5			2,5	
1,7		1,3	1,1		1,7
	2,1			1,9	

(M) **H**

2,1		4,1	2,1		2,7
	2,9			3,0	
3,3		2,5	1,4		2,6
	1,8			2,9	
3,1		2,3	2,1		2,7
	2,2			3,0	
2,0		1,7	2,0		3,0
	2,7			2,0	
2,1		1,8	2,1		2,7
	1,3			2,0	

Q

1,3		1,8	0,5		2,8
	1,7			0,6	
0,5		1,4	1,0		2,2
	2,0			0,6	
1,4		2,0	0,5		1,7
	1,9			1,0	
0,9		1,5	0,2		1,9
	2,0			0,9	
1,1		0,7	0,5		1,3
	1,3			0,6	

R

1,6		2,5	0,5		2,8
	2,9			1,0	
1,9		3,6	1,0		2,5
	2,0			2,0	
0,3		1,5	0,5		2,4
	1,6			1,5	
1,3		2,3	0,6		1,5
	1,6			1,6	
1,7		1,2	0,7		2,5
	2,3			1,0	

I

4,2		4,4	2,8		4,5
	4,1			3,6	
3,0		3,1	2,7		3,5
	3,1			3,7	
1,1		2,3	1,7		2,5
	1,1			2,2	
2,0		1,2	1,6		2,5
	2,4			1,9	
2,0		3,0	1,4		2,7
	3,0			2,4	

J

2,5		3,4	3,4		3,5
	2,5			4,2	
3,2		3,5	2,6		3,5
	2,7			3,4	
1,0		1,6	1,2		2,0
	1,7			2,4	
1,5		1,2	1,2		1,6
	1,3			1,7	
3,1		1,8	1,6		1,5
	2,5			2,4	

S

1,3		1,5	0,7		1,9
	2,1			0,4	
1,3		1,4	0,7		2,2
	2,2			0,6	
1,2		0,9	1,0		2,6
	2,1			1,1	
1,7		2,3	1,7		2,2
	2,1			0,9	
1,6		1,7	1,0		3,0
	2,4			1,6	

T

1,3		1,5	0,8		1,8
	1,6			1,4	
0,8		1,1	0,8		1,6
	1,5			1,3	
0,9		1,5	0,8		1,5
	2,5			1,5	
0,5		0,7	0,0		2,0
	1,8			0,4	
1,0		1,2	0,2		1,7
	2,0			1,0	

TABLEAU 88

Ouïe normale perturbée

	5 ♂						15 ♂						40 ♂					
M	3,4	4,5	1,8	3,5	1,2	0,5	1	0,6	2,5	1,8	2,8	2,8	1,5	2,1	1,8	1	3,4	2,8
	0,4	2	0,5	1,8	2,4	1,4	1,6	2	3	1,3	1,5	1,2	3,4	3,5	2	2,5	1	1,8
	3	3,2	3	0	1	2,8	2,3	3,8	2,7	2	1,8	0,8	1,5	2,7	2,2	1,8	2,8	2,8
	3	3,4	3	0	0,8	2,5	0	3,8	3,4	1,9	1,8	0	4,8	1	3,2	1,5	3,2	3
	2	2,4	3	1,5	2,3	1,5	1,5	0,6	1,8	1	3,3	0,7	1,5	3,4	2,8	1,5	2,8	0,3

	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
L	2,8	2,2	4	1,8	3,5	0,6	2	2,5	2,8	1	2,8	3,5	2	1,2	3,8	1,8	1,8	3,2
	1,8	2,5	2,5	1,8	4	0,7	1	2,7	0	2,5	3,8	1,7	2,5	0,5	1,5	1,5	3,8	0,3
	0,8	1,5	3	1,4	1,7	1	2,4	2	1	1,8	2,8	1,3	2,6	2,2	1,1	2	3,5	2
	0,5	3,5	1	1,8	3,6	2	4	3,4	2,8	1,5	2,7	2	2,7	2,5	2,2	3	3,6	2
	3,5	3	1,4	1	0,8	1,8	0,4	2,5	1,6	1,5	2,3	1,6	2,2	3,6	2	3	1,8	2,5

	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
M	1,4	0,5	5	1,4	3	0	1,6	4,5	2,8	2	3,6	1,8	3,5	4,8	5	1,5	5	5
	0,5	0,8	0	3	0	3	0,8	1,8	2,2	3,5	3,4	1,5	1,4	1,7	3	2	2,8	1
	1,8	0,3	2	1,2	1,2	1,3	2	1	3,4	2	3,2	3	2,8	1,5	1,7	1,7	2,2	2,4
	3,8	3,5	3,7	4	3	3,4	0	0,4	2	2,5	2	4,4	3,5	2,8	1	3,2	2,2	2
	0	4	1	3	0	0	3,5	2,2	4,5	3,5	3,7	0,4	1,8	2,5	3,4	2,0	2,2	1,3

	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
N	4,5	0	4,5	4	4	4,2	2,3	1,3	1,5	2,7	5	2	5	3,5	4	1,8	1,4	3
	3,6	4	3,8	4,7	3,7	1,8	1,5	1,6	4	3	2,6	0	4,6	2,7	4,8	3,2	3,8	2
	3,8	2	1	1,6	2	1,8	0,8	3,8	1,5	2,8	0	2,7	2,5	2,2	4	2,5	4,5	2
	4,5	4,4	4,8	4,8	0,2	3,5	3,5	3,1	3,2	2,4	5	0	4	2,7	2,8	2,3	4	1,5
	2,5	0,4	0,5	0,3	3,7	2,4	3	1,6	2	1,8	1,5	2	5	2,8	4,5	1	3,2	2

	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
O	4	4,8	1,3	2	1	3,4	3,5	2,5	4	3	3	3,5	2	1,6	0,6	3,5	5	6
	3,5	3,6	4,5	2,8	2,7	0	4	1,7	1,8	1	0	1	1,8	3,4	1,5	2,2	3	2
	4,5	0,8	0,5	3	1	3,7	4,8	2	2,8	2,8	3,2	1,2	2,5	3,6	2	2	4,5	4,8
	4,5	4,4	3,5	3,5	0,8	3,4	0,4	4	1,6	2	1,5	3,7	1,5	2	2	1	0	3,5
	3	0,6	4	0,8	4,7	2,6	1,8	3	1,7	1,5	1,8	1,7	1,5	2,8	1,5	1,8	3,7	1,6

TABLEAU 89

Ouïe normale Perturbée

	5 s				15 s						40 s			
P	3,2	4,2	1	0,5	2,8	1,2	0	3	2	3,8	2	2	4,6	4,2	2,8	1,6	3	2,8
	2,5	1,4	1,2	2,2	1,5	2,8	0,8	2	1,6	1,5	4	2,8	1,7	2,7	2,7	2	3,5	1,5
	1,5	3,5	1,4	1	3,8	2,7	1,0	1,5	2,8	1,8	2,2	1,5	3	3	1,2	0,5	2,8	1
	3,4	3,5	1	1,8	3	2,2	1,8	1,5	2,8	1	4	2,8	3,2	4	3,5	1	3,5	3,5
	2,6	0	3,5	1,8	0	1,8	3,8	1,7	3,8	2,8	4,5	1,2	1,4	3	2,6	2,8	2,2	1,4
	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
Q	3,2	0,6	0,6	2,0	3,0	3,0	2,2	4,0	2,2	0,7	2,5	0,3	2,5	1,8	2,8	1,8	4,0	3,5
	1,2	3,0	1,5	0,8	1,8	3,2	3	0,6	1,8	1,4	2,5	2,0	2,4	3,1	1,8	2,0	3,0	2,2
	2,7	3,0	1,5	2,0	2,8	2,7	0,5	1,0	0,5	3,0	2,8	1,0	1,0	2,0	3,0	2,0	3,5	1,2
	3,6	3,8	0,0	2,5	4,5	2,8	0,8	4,6	1,5	2,0	0,0	1,8	4,0	3,5	1,6	1,5	2,8	3,2
	0,5	4,7	3,0	0,0	0,0	2,2	1	1,8	3,6	1,5	3,0	2,8	2,6	1,0	1,0	2,0	0	3,2
	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
R	1,5	3,7	4,5	0,5	1,8	0,0	1,4	3,0	2,0	3,8	3,5	3,5	4,0	0,5	1,5	1,5	3,8	1,6
	0,3	3,5	3,6	0,8	4,0	3,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,2	1,4	1,8	1,8	1,5	1,0	1,0	8,0
	1,5	3,7	3,0	2,0	0,2	1,4	0,3	1,5	2,0	2,0	3,5	1,7	3,0	4,5	2,8	3,5	2,0	2,0
	1,8	2,5	1,8	3,4	3,0	0,8	0,6	2,5	4,2	1,8	3,8	0,8	1,5	0,5	3,0	3,6	2,5	3,5
	3,8	4,5	4,2	3,7	0,0	1,2	2,8	3,2	1,2	2,6	4,5	3,4	1,4	3,2	3,0	3,8	3,0	2,0
S	1,4	2,8	0,6	1,5	0,6	0,7	1,0	0,3	3,2	0,0	3,0	0,0	3,0	2,8	1,8	1,8	3,2	1,8
	0,3	0,0	1,5	2,8	0,0	2,8	2,1	0,4	2,6	1,0	2,3	1,0	3,0	1,5	4,5	2,0	1,8	2,5
	0,3	2,5	1,5	1,8	1,4	1,2	5,0	2,6	0,4	0,8	2,6	3,2	3,0	1,5	2,6	1,0	3,0	2,0
	1,0	0,8	0,0	1,0	0,0	0,0	3,2	3,4	1,8	1,0	2,5	1,2	2,2	3,6	1,5	1,8	1,8	2,5
	0,0	1,8	3,0	4,0	0,0	0,0	3,0	2,4	3,5	3,0	3,2	1,0	3,0	2,8	2,0	1,8	4,8	1,7
T	2,0	4,4	3,8	1,7	3,2	4,4	0,8	4,7	2,5	2,6	2,0	3,6	1,0	2,5	2,2	3,0	3,2	1,7
	0,0	0,5	0,5	1,5	0,7	0,3	0,8	1,4	1,5	2,0	1,8	0,5	2,8	2,8	3,0	2,8	3,5	2,0
	0,2	0,0	3,0	0,0	3,5	0,0	2,6	3,5	2,0	2,0	2,0	2,6	1,6	2,4	1,0	2,8	3,5	0,7
	0,0	5,0	3,5	2,0	0,0	3,7	1,5	1,5	0,6	1,0	3,0	2,6	1,5	1,0	2,0	2,2	2,8	2,7
	1,5	0,5	3,0	2,5	1,0	0,5	1,0	2,8	2,8	1,8	2,0	1,6	4,0	3,4	2,8	2,7	1,0	1,4
Moy.	3,0	2,7	2,7	1,9	2,4	1,7	1,5	2,7	2,5	2,1	3,0	2,9	2,9	2,4	2,6	1,9	3,3	3,0
	1,4	2,1	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,6	2,2	3,0	2,5	1,9	2,6	2,3	2,6	2,1	2,7	1,8
	2,0	3,0	2,0	1,4	1,8	1,8	2,1	2,8	1,9	3,0	2,4	1,8	2,3	2,6	2,1	1,9	3,2	3,0
	2,7	3,4	2,1	2,5	1,8	2,4	1,5	2,1	2,3	1,7	2,6	1,9	2,8	2,3	2,2	1,8	2,6	2,7
	1,9	2,2	2,6	1,0	1,2	1,4	2,1	2,1	2,6	2,1	2,9	1,6	2,4	3,1	2,5	2,2	2,4	1,7

TABLEAU 90

Ouie normale perturbée

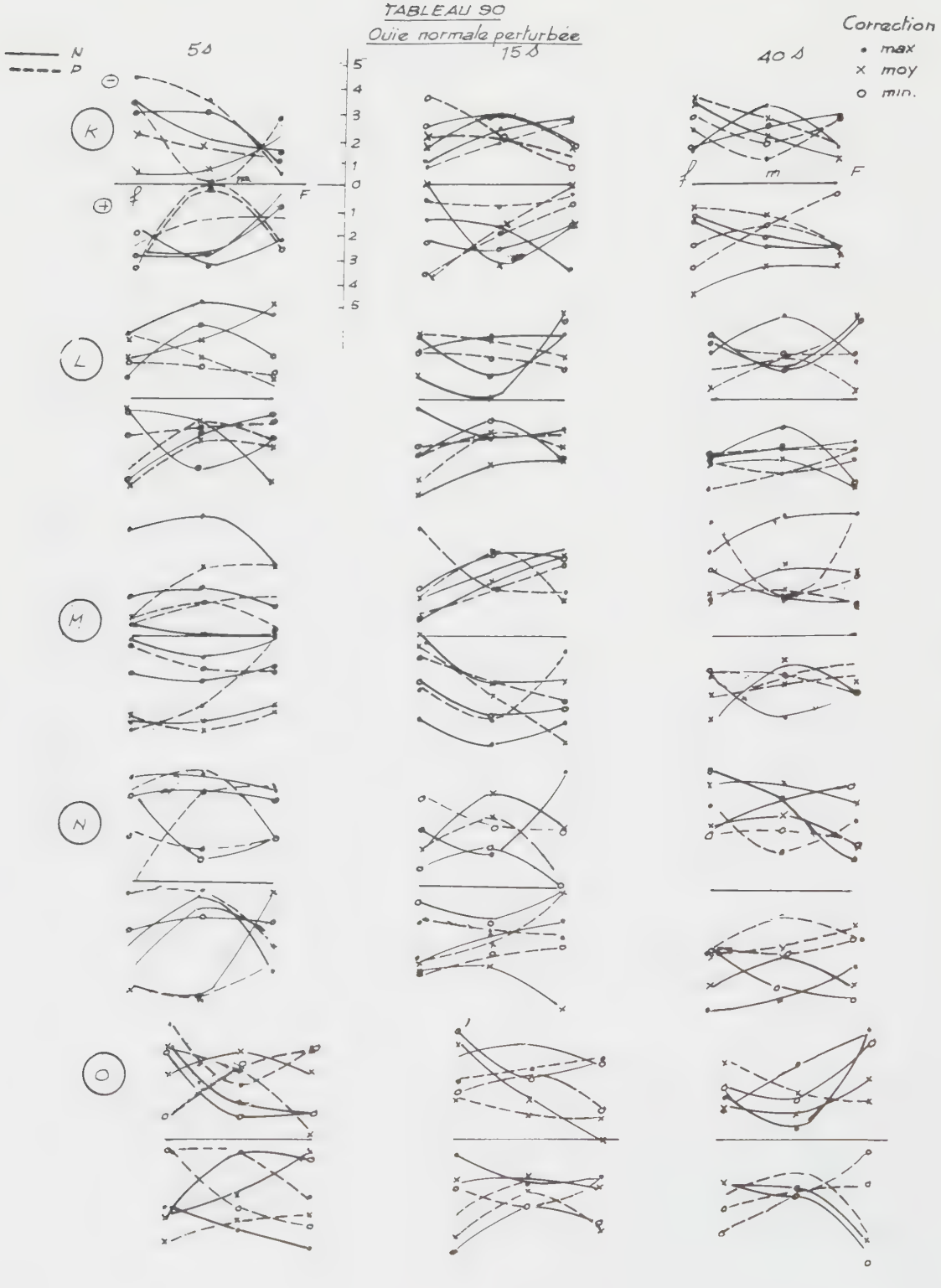
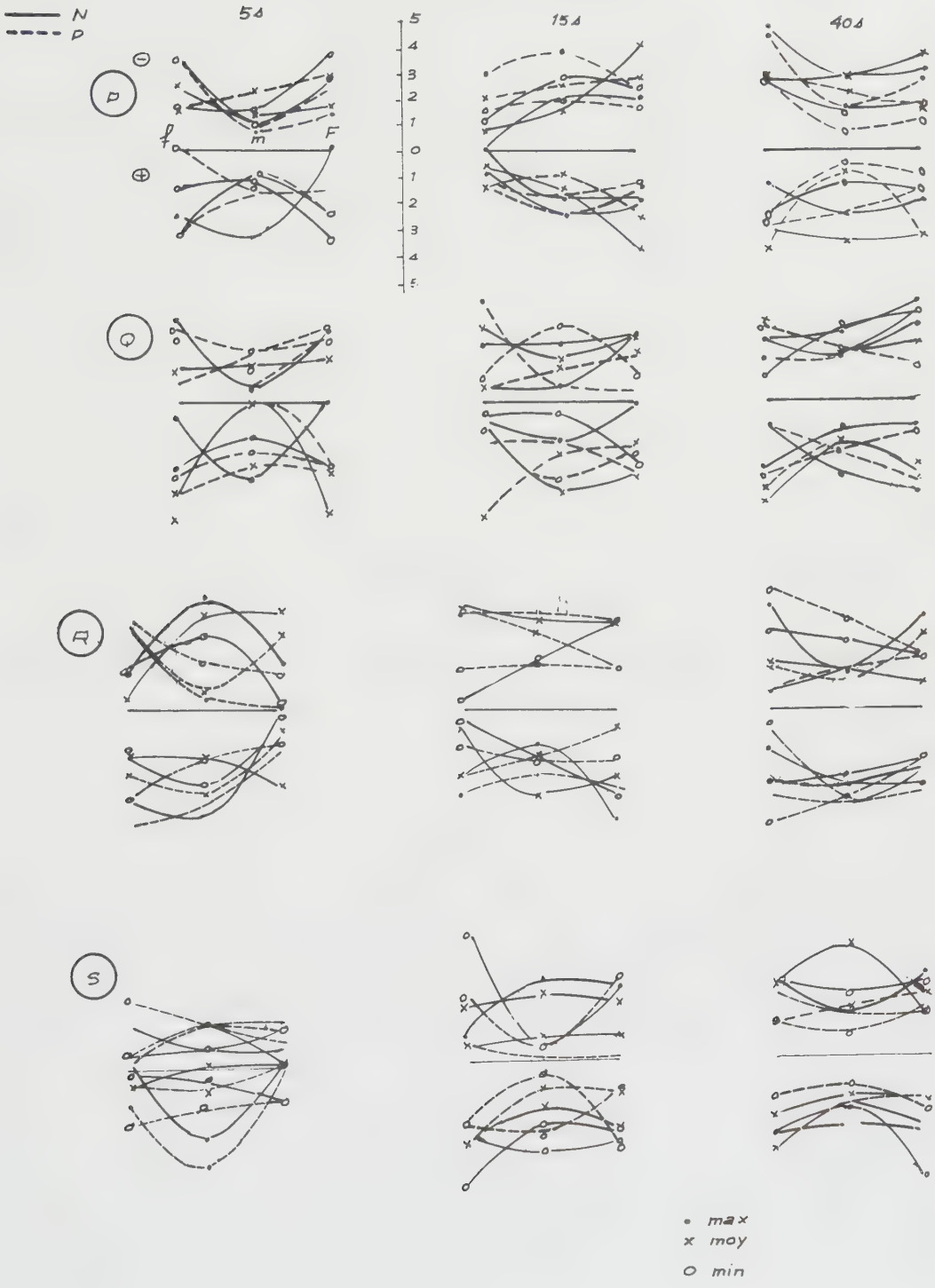


TABLEAU 91

Ouïe normale perturbée



• max
× moy
O min

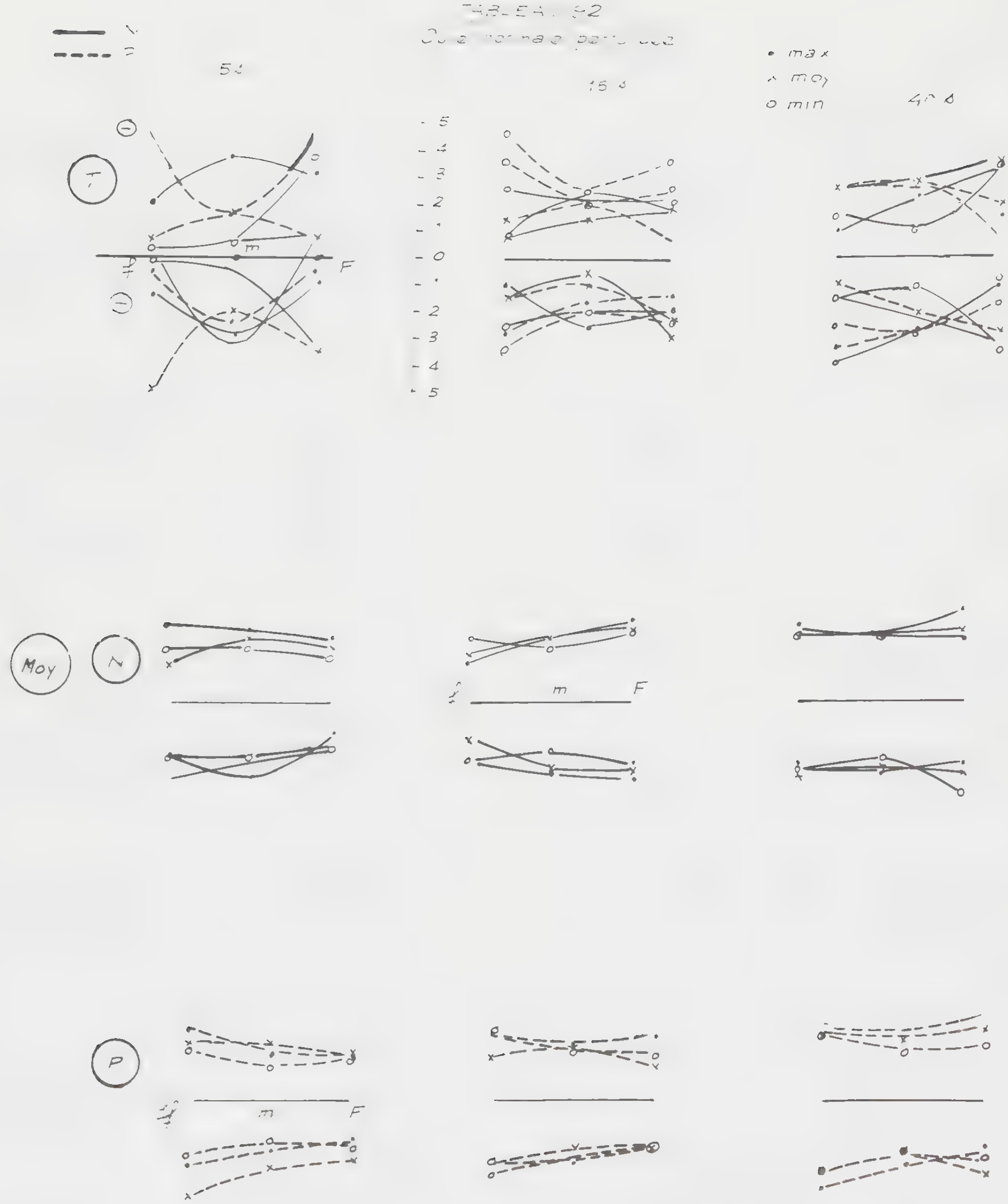

max
moy
min
Moy
m
F

TABLEAU 93

	A			B			C			D			E			F			G			H			I			J		
0	13	1	0	5	1	2	9	1	0	6	7	5	20	4	2	13	3	0	15	3	0	5	0	1	6	0	0	11	2	0
1	17	4	5	16	11	8	12	8	3	14	16	15	22	11	6	17	10	5	25	15	12	17	5	2	15	5	5	16	12	5
	19	22	18	17	22	14	17	14	8	23	23	26	20	23	21	22	21	18	22	26	18	15	8	6	14	13	13	18	13	8
2	15	22	26	15	26	23	19	20	17	22	20	28	17	26	23	17	22	22	16	18	25	14	27	15	14	19	21	19	17	13
	13	18	17	18	20	27	10	25	16	19	16	12	7	18	22	11	20	25	8	19	21	17	16	19	16	14	18	11	16	18
3	9	12	15	13	9	15	11	15	13	8	10	9	5	9	11	7	10	12	5	9	10	10	17	20	12	17	19	11	14	17
	6	6	5	8	5	7	10	9	10	3	3	1	3	2	7	6	3	12	3	5	7	7	12	11	12	12	10	7	8	15
4	2	5	4	3	2	1	3	2	10	2	1	0	1	2	2	2	4	6	2	1	2	5	5	10	4	6	7	3	9	7
	2	2	3	1	0	0	4	1	8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	4	9	1	5	6	0	3	10
5	0	2	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	1	3	2	0	0	3

Fréquences d'apparition des nombres dans les données initiales en %

	K			L			M			N			O			P			Q			R			S			T		
0	21	5	1	6	1	1	13	3	1	11	2	1	15	5	1	18	4	4	15	9	2	10	3	1	12	3	1	27	8	2
	28	17	12	18	8	4	26	7	3	11	4	2	21	17	7	24	10	11	26	17	7	21	13	6	32	8	4	30	20	11
1	25	32	17	21	18	14	24	15	8	21	13	7	28	30	17	18	27	22	28	22	15	23	20	13	29	17	13	20	27	20
	15	24	34	20	30	25	18	24	22	21	19	14	17	25	27	16	24	26	14	26	25	20	28	22	12	31	27	13	27	27
2	6	14	21	13	18	23	8	18	21	16	17	17	8	10	19	11	15	16	8	14	20	15	17	27	7	23	23	4	7	22
	1	4	7	9	14	12	6	16	19	9	15	17	3	7	14	5	10	8	4	6	17	5	10	15	1	11	18	2	5	9
3	0	1	2	4	5	10	1	10	17	5	11	16	2	2	7	4	5	5	2	1	6	3	2	8	2	2	7	1	1	4
	0	0	1	2	1	4	0	2	4	2	8	11	2	0	2	2	1	1	0	1	3	0	3	1	0	1	2	0	0	1
4	0	0	0	1	0	2	0	1	1	1	4	8	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5																														

TABLEAU 94

	A			B			C			D			E			F			G			H			I			J		
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	11	0	1	3	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	14	1	0	4	2	1	8	3	1	5	4	4	24	2	0	12	3	0	24	3	1	7	0	0	8	0	1	10	2	2
	32	8	1	22	15	3	38	8	3	26	34	38	37	28	9	35	19	4	39	17	9	25	1	0	20	7	6	34	18	4
2	22	43	44	24	42	35	12	23	16	44	35	46	16	41	45	30	48	30	19	49	43	16	25	2	19	24	26	17	26	11
	12	24	28	23	28	52	12	48	32	19	19	7	8	19	26	8	9	32	10	20	30	18	32	36	23	24	26	19	14	35
3	10	8	8	20	8	4	18	16	7	1	3	0	1	7	8	8	13	24	0	6	12	21	34	32	15	14	12	13	16	8
	5	9	8	2	2	1	8	0	8	0	1	0	0	0	7	1	4	7	0	0	2	7	4	18	8	16	14	2	18	15
	0	2	5	1	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	4	2	8	9	0	0	17
4	0	1	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1
5																														

Fréquence d'apparition des nombres dans les moyennes (en %)

	K			L			M			N			O			P			Q			R			S			T		
0	9	1	0	1	0	0	5	1	0	3	1	0	8	1	0	7	1	1	3	3	0	2	2	0	2	0	0	7	4	1
1	34	5	4	9	3	0	24	2	0	10	1	2	18	8	1	25	1	3	24	7	2	11	3	2	29	4	0	52	9	1
	40	52	16	37	10	9	39	11	5	28	8	2	49	41	14	27	23	25	50	43	11	44	20	6	52	14	5	28	56	13
2	13	35	32	23	48	29	21	35	22	29	25	12	18	32	38	22	44	38	13	33	43	29	48	34	7	54	39	7	23	60
	1	4	16	11	27	80	5	29	24	16	16	22	5	10	23	10	20	20	6	8	21	8	16	41	7	21	37	1	1	18
3	0	0	8	9	9	20	3	11	32	7	23	30	1	8	12	2	4	6	1	3	18	2	6	12	0	4	12	1	8	3
	0	0	1	3	1	8	0	6	11	1	14	17	1	1	6	1	2	2	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0
	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	5	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5																														

TABLEAU 95

Modulations – valeurs de F_B

	A	Eco
A	10,38 TTS	14,65 TTS
B	1,22	1,33
C	63,92 TTS	66,68 TTS
D	3,23 PS	1,86
E	49,24 TTS	49,43 TTS
F	22,46 TTS	21,79 TTS
G	37,23 TTS	36,19 TTS
H	26,17 TTS	46,16 TTS
I	9,51 TTS	7,64 TTS
J	30,69 TTS	35,57 TTS
K	42,94 TTS	66,72 TTS
L	25,41 TTS	22,38 TTS
M	73,72 TTS	81,20 TTS
N	46,48 TTS	48,17 TTS
O	30,15 TTS	51,31 TTS
P	15,91 TTS	13,24 TTS
Q	53,85 TTS	53,69 TTS
R	27,47 TTS	24,30 TTS
S	71,64 TTS	84,66 TTS
T	75,99 TTS	72,04 TTS
U	3,38 S	3,60 S

Comparaison des salles

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
114 Com	4,75 S	0,88	4,57 S	12,23 TS	6,43 TS	5,30 S	4,78 S	6,62 TS	20,63 TTS	14,48 TTS
114 Red	6,65 TS	0,47	15,22 TTS	11,85 TTS	2,24	0,76	3,48 S	0,10	13,12 TTS	2,23
Tous V	Com 2,43 PS				Red 2,88 TS					
f	6,12 TS	3,60 S	7,75 TS	9,56 TTS	6,14 TS	2,36	5,93 TS	1,44	19,75 TTS	6,75 TS
m	21,20 TTS	4,31 S	66,28 TTS	24,26 TTS	7,82 TTS	8,03 TS	23,05 TTS	14,14 TS	33,59 TTS	31,52 TTS
F	26,40 TTS	6,77 TS	28,37 TTS	26,37 TTS	16,76 TS	5,86 S	20,79 TTS	13,85 TTS	41,60 TTS	28,38 TTS
Tous V de 11 à 20	f 4,54 TS		m 3,53 PS				F 3,95 S			
Tous les cas	5,04 TS									

Mod	Tous niveaux	f	m	F
A	13,39 TS	3,41 PS	3,86 S	3,43 PS
B	1,25	0,81	1,57	1,97
C	50,76 TS	7,68 S	29,89 TS	18,75 TS
D	1,49	0,66	1,05	0,79
E	43,29 TTS	8,98 TS	16,76 TS	15,01 TTS
F	22,94 TTS	0,16	8,74 TS	23,96 TTS
G	34,30 TS	2,53	42,08 TTS	5,92
H	23,05 TS	9,00	7,79 TS	12,65 TS
I	9,27 TS	2,54	2,57	2,30
J	34,47 TTS	5,14	14,17 TS	9,13 TS
Tous V de 1 à 10	7,62	5,98	6,20	6,59 TS

TABLEAU 96

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	0,08	0,08	2,23	-1,08	1,83	2,94	1,98	-0,95	0,41	1,23	0,47	-1,46	0,96	-0,18	0,30	0,90	-1,00	0,22	-0,22	4,19
M	0,29	0,40	-1,08	0,04	0,56	1,42	1,52	-0,57	-0,88	-1,42	-0,06	1,06	0,61	1,87	1,52	2,61	1,08	0,92	-0,10	3,28
S	0,02	-1,97	-1,95	-0,34	-0,38	0,55	-1,04	-0,23	-1,21	-0,55	0,92	0,87	0,85	3,37	1,37	2,03	0,11	1,79	0,92	1,91
	0,44	-0,52	-3,96	-1,70	-2,53	0,74	-1,88	-2,13	-2,72	-1,37	-1,67	-0,42	-2,90	-4,33	-1,26	-2,98	-2,32	-1,55	0,23	-3,09
Cu	0,47	1,83	-1,01	0,10	-1,62	-1,42	-1,64	1,14	-0,23	0,38	-2,20	-1,69	-2,15	-2,72	-1,25	-2,60	-3,99	-2,27	-3,26	-4,63
Or	2,73	0,81	1,37	-1,35	2,00	-0,02	-0,00	-0,78	1,10	1,13	-2,38	0,15	-1,00	-2,50	-0,28	-2,18	-1,78	-3,94	-0,39	-3,12
	1,70	2,48	1,32	1,27	0,94	1,91	1,55	3,24	1,71	1,40	-0,07	-0,45	-0,57	-4,10	-3,38	-2,49	-1,96	0,10	-1,33	-1,63
Sou	0,42	2,01	0,52	2,90	1,69	-0,05	1,67	0,98	2,60	2,73	0,30	-1,84	1,06	-1,54	-0,85	-1,01	-1,34	-0,25	-1,86	-1,41
Rad	0,91	4,23	-0,07	0,37	1,34	1,79	2,13	0,87	2,30	1,25	0,76	-1,19	-0,25	-0,67	-1,90	0,13	-0,71	-1,81	-0,66	-1,65
	1,32	0,75	1,05	1,07	1,10	-0,85	-2,45	1,05	-0,83	1,47	1,35	-1,39	0,96	0,03	2,02	-1,00	-0,72	-1,46	1,37	-0,05
A	0,60	0,79	-0,11	1,22	-1,31	-0,48	0,01	0,75	0,66	0,12	-0,31	0,47	1,75	0,50	1,32	-0,42	0,81	1,22	1,61	0,04
Eco	0,28	0,38	0,95	0,44	1,84	-0,32	-1,40	-1,75	0,88	0,03	-2,07	-0,74	-0,97	-0,66	0,18	-0,88	-0,15	-0,83	0,17	-0,29

	Com			Red		
	f	m	F	f	m	F
K	0,111 0,027	333 750 –	111 1000 –	777 – 1000 –	749 – 777 –	583 – 777 –
L	0,250 999 –	333 250	777 – 111	777 – 444	999 – 111	999 – 777 –
M	0,111 194	333 333	777 – 527	333 777 –	111 111	583 – 777 –
N	0,999 – 111	861 – 111	777 – 111	777 – 361	444 027	333 111
O	0,777 – 333	777 – 111	361 444	777 – 194	1000 – 527	999 – 111
P	0,333 444	337 527	777 – 777 –	861 – 777 –	777 – 750 –	777 – 111
Q	0,361 777 –	777 – 194	777 – 111	444 361	777 – 333	861 – 600
R	0,333 333	333 444	777 111	444 111	444 083	111 777 –
S	0,083 583 –	333 194	194 444	361 111	583 111	777 – 361
T	0,583 527 –	867 – 027	750 – 777 –	1000 – 444	777 – 027	777 – 111

TABLEAU 97

Coefficient de Kenndall (10^3 W.)

A Eco | M S | Qu Or | Sou Rel

	M		S		Qu		Or		Sou		Rel		f		m		F	
	A	Eco																
A	0,444	777	861	777	999	861	777	777	999	777	999	999	999	999	750	750	999	777
	1,000	750	194	750	194	777	750	777	1000	361	527	777	777	777	111	111	777	750
B	0,999	361	444	861	777	750	861	999	777	999	777	750	250	750	777	777	749	999
	0,777	523	777	777	777	861	861	777	777	777	583	583	583	861	777	1000	583	777
C	0,527	194	861	194	250	861	749	333	361	527	333	527	777	777	250	194	194	111
	777	583	444	444	111	527	361	361	1000	861	111	333	583	333	777	861	527	111
D	333	111	777	444	361	777	777	111	777	111	361	777	444	194	777	444	777	194
	861	194	583	194	777	250	361	444	861	750	583	111	777	027	583	111	777	527
E	777	999	861	999	999	999	999	999	861	999	999	861	777	750	777	777	861	777
	194	250	444	527	083	861	777	111	583	861	194	027	694	111	333	111	111	777
F	999	740	777	777	999	444	777	777	861	444	999	583	777	583	583	740	861	777
	777	194	527	861	750	833	777	694	527	361	777	694	194	861	777	777	583	777
G	777	444	777	777	861	694	777	777	999	361	861	777	861	444	444	527	777	444
	111	027	999	194	861	083	777	750	444	111	750	260	083	333	361	361	250	111
H	750	861	777	777	333	777	777	111	527	861	694	777	083	527	777	777	444	777
	444	083	444	444	444	361	444	083	444	111	444	194	583	111	444	111	083	361
I	999	777	999	999	999	999	777	777	999	999	999	777	999	583	999	999	999	999
	777	333	111	583	583	1000	777	194	750	1000	250	111	333	111	111	750	1000	583
J	777	777	444	777	777	777	777	361	444	777	777	749	444	444	777	777	777	194
	111	083	583	083	333	111	777	333	333	111	861	111	444	777	111	444	583	777
K	750	527	083	361	083	861	361	444	583	111	444	777	000	333	583	333	999	527
	027	000	750	027	361	194	333	527	194	027	527	444	861	861	000	111	194	111
L	111	999	999	861	750	777	861	999	527	583	444	999	777	861	527	777	777	777
	111	280	527	444	111	444	111	583	194	083	111	444	333	194	194	627	111	333
M	333	583	861	527	777	527	999	861	750	750	861	260	750	250	750	750	583	750
	777	583	250	777	444	583	777	861	777	750	861	777	749	444	361	777	250	111
N	694	749	777	777	749	333	861	861	777	583	527	777	111	777	777	527	333	527
	111	111	333	260	333	194	333	111	333	111	111	260	111	194	333	361	361	111
O	727	750	777	1000	777	750	777	777	750	777	777	861	777	583	750	333	777	777
	027	194	083	083	194	361	000	083	111	027	194	260	083	527	333	260	194	333
P	777	999	777	777	777	861	861	861	777	777	861	999	750	777	750	861	527	750
	361	777	194	750	527	861	444	777	999	750	194	777	583	1000	861	444	194	111
Q	194	111	999	444	333	583	750	083	583	111	361	361	444	527	527	083	527	111
	194	111	444	583	777	194	111	583	361	111	444	694	194	861	333	111	777	749
R	749	777	749	777	777	777	333	361	777	777	527	333	749	527	777	777	777	333
	861	777	083	694	583	583	527	750	777	583	194	750	777	250	333	1000	250	694
S	361	361	361	111	333	111	194	333	361	444	083	083	083	194	333	750	111	111
	361	083	444	027	111	111	444	027	777	111	250	861	333	777	111	027	194	111
T	333	777	250	750	027	777	583	777	194	194	444	694	250	750	111	583	194	861
	083	694	194	083	083	000	111	027	083	111	194	111	527	111	361	027	861	194

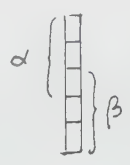


TABLEAU 98

Coefficient de Kenndall ($10^3 W$)

A + Eco | m/8 | O, Sou Com f. m F

	Ⓜ f	Ⓜ m	Ⓜ F	Ⓢ f	Ⓢ m	Ⓢ F
A	999 - 444	861 - 027	777 - 777 -	777 - 111	777 - 111	777 - 027
B	861 - 333	333 777 -	777 - 1000 -	444 111	777 - 527	888 - 861 -
C	333 777 -	111 027	861 - 777 -	888 777 -	888 - 777 -	194 111
D	194 361	0,83 333	111 750 -	333 777 -	333 - 333 -	444 861
E	250 777 -	777 - 111	999 - 583 -	861 - 1000 -	111 361	777 - 444
F	583 - 444	999 - 333	777 - 111	111 777 -	361 333	111 111
G	777 - 194	999 - 111	444 194	333 333	083 527	444 250
H	194 111	333 333	250 111	250 083	527 083	333 027
I	444 250	999 - 777 -	999 - 777 -	861 - 111	777 - 333	861 - 777 -
J	777 - 777 -	999 111	777 111	194 861 -	777 083	111 194
K	250 361	000 027	194 111	194 527	750 - 194	194 444
L	444 111	111 111	250 027	250 444	444 777 -	250 527 -
M	444 444	194 083	111 777 -	111 861	861 - 000	777 - 583
N	111 333	250 0.27	333 444	111 [illegible]	111 444	527 083
O	444 361	750 - 000	444 027	027 527 -	027 083	861 - 861 -
P	750 - 777 -	194 444	777 - 111	861 - 194	083 333	750 - 027
Q	444 194	583 444	111 361	361 861	027 194	777 083
R	444 861 -	527 111	111 333	777 - 694 -	583 083	777 777
S	361 444	194 194	777 - 000	194 111	111 333	083 111
T	250 083	111 333	027 333	250 527	083 083	111 361

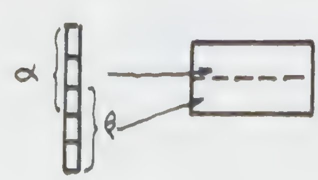
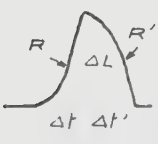


TABLEAU 99

Mod			Id	T.P	T.S
A	Sacre du Printemps	(symph)	53	033435	255422
B	Joan Sutherland	(chant F)	43	333444	343524
C	Musique d'Erich Zahn	(symph.)	24	023333	153235
D	Maitrise de l'ORTF	(chorale)	41	334434	153244
E	Rhapsodie pour Dorothée	(chant + parole)	54	045435	253232
α	Concerto pour trompettes et cordes	(symph.)	37	433323	242443
β	La cabine téléphonique	(chant H)	42	034424	253223
γ	Musique d'Erich Zahn	(symph)	40	022553	353223
δ	La cabine téléphonique	(chant F)	54	033535	253332
ε	Rhapsodie pour Dorothée	(chant H variétés)	55	444535	153432

Carré latin developpé



	R	R'	Δt	Δt'	ΔL
a	1	1	1	1	1
b	1	2	2	2	2
c	1	3	3	3	3
d	1	4	4	4	4
e	1	5	5	5	5
f	2	1	2	3	4
g	2	2	3	4	5
h	2	3	4	5	1
i	2	4	5	1	2
j	2	5	1	2	3
k	3	1	3	5	2
l	3	2	4	1	3
m	3	3	5	2	4
n	3	4	1	3	5
o	3	5	2	4	1
p	4	1	4	2	5
q	4	2	5	3	1
r	4	3	1	4	2
s	4	4	2	5	3
t	4	5	3	1	4
u	5	1	5	4	3
v	5	2	1	5	4
w	5	3	2	1	5
x	5	4	3	2	1
y	5	5	4	3	2

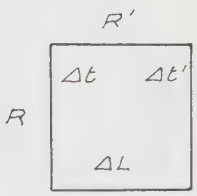


TABLEAU 100

x : amplitude
y : correction dynamique
z : qualité

Rapports Snedecor comparaison A, Eco M/S

A — M

	R	R'	Δt	Δf'	ΔL
A	1,25	0,29	0,29	0,55	11,99
	0,44	0,18	0,56	0,11	2,71
	0,33	3,18	1,77	2,12	20,74
B	9,77	12,60	7,48	4,38	59,88
	0,13	1,74	0,57	1,52	2,77
	0,39	0,68	1,70	0,82	3,00
C	0,35	0,33	0,43	1,65	1,30
	0,58	0,58	2,81	3,97	1,40
	0,57	0,92	0,82	0,40	1,04
D	1,68	0,31	0,76	0,34	9,41
	1,88	0,49	0,50	0,52	1,78
	1,24	0,89	0,64	1,40	4,66
E	0,66	0,72	1,72	1,51	13,12
	1,25	1,56	1,65	1,02	11,66
	3,57	5,28	3,91	1,52	17,35

A — S

	R	R'	Δt	Δf'	ΔL
A	3,02	0,84	0,14	1,03	34,66
	2,20	2,31	2,08	0,13	18,44
	0,85	0,89	0,77	2,40	10,49
B	0,27	0,30	0,93	0,83	4,58
	2,06	2,23	2,58	3,38	0,60
	0,17	0,30	0,15	0,61	0,28
C	0,10	0,88	0,61	0,96	1,67
	0,54	0,45	0,66	0,19	1,35
	1,15	1,35	0,69	1,43	2,05
D	1,15	0,53	1,86	0,79	17,59
	0,97	2,85	0,91	1,10	0,50
	0,33	2,85	6,94	7,36	0,53
E	0,48	0,11	0,80	0,07	6,29
	0,40	5,87	1,39	2,92	10,10
	2,09	1,15	2,22	1,72	5,54

Eco — M

	R	R'	Δt	Δf'	ΔL
A	3,93	1,20	1,42	1,29	57,91
	0,69	1,46	0,45	6,89	3,36
	0,57	6,55	0,99	2,36	3,70
B	1,28	1,52	0,32	3,17	10,20
	0,26	0,41	0,08	0,59	0,28
	0,91	0,78	0,64	1,66	2,73
C	4,81	1,26	0,35	1,61	2,59
	0,41	0,46	0,85	0,87	0,34
	2,97	6,64	2,52	3,15	4,05
D	0,70	1,99	1,36	1,37	12,73
	0,18	0,23	0,41	0,36	3,29
	0,54	0,76	1,30	0,57	0,38
E	0,85	0,50	0,47	0,22	3,42
	0,40	1,19	1,54	0,10	6,98
	0,41	0,73	0,46	0,40	0,94

Eco — S

	R	R'	Δt	Δf'	ΔL
A	3,15	0,28	2,12	0,84	49,82
	0,10	0,83	1,98	0,07	10,42
	0,51	0,15	0,35	0,04	4,14
B	1,24	2,04	1,02	0,37	3,08
	0,37	0,87	0,45	0,04	1,84
	0,10	0,38	0,30	0,51	1,43
C	3,34	1,32	4,65	0,93	4,02
	0,51	1,86	2,18	2,63	0,66
	0,05	0,07	0,22	0,37	0,09
D	0,23	0,90	2,24	0,57	15,22
	3,86	2,87	2,42	5,75	26,58
	2,45	1,75	2,12	1,38	6,68
E	0,81	0,70	1,39	1,10	9,58
	0,52	1,05	0,60	0,91	3,52
	0,87	1,32	0,58	1,71	8,44

M

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,35	0,90	2,27	0,27	0,64
	1,63	1,09	1,17	1,23	1,65
	2,04	0,92	1,11	1,23	1,03
β	0,40	2,80	1,32	3,97	2,09
	1,10	0,86	1,56	1,40	2,26
	0,64	1,80	1,37	2,46	1,99
γ	1,73	2,73	2,11	1,80	2,18
	3,03	2,49	0,43	4,07	3,23
	0,11	0,23	0,40	0,24	0,87
δ	2,50	0,42	7,45	5,43	1,96
	1,43	0,58	0,34	0,20	0,68
	1,38	0,45	3,59	0,57	0,47
ε	6,04	2,30	0,60	3,30	3,09
	0,66	0,87	1,39	0,19	1,17
	1,22	2,45	0,38	1,04	3,53

S

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,69	2,53	2,56	1,55	0,79
	6,94	5,53	9,03	18,51	23,67
	0,47	1,88	1,13	0,43	2,92
β	1,09	2,00	4,96	2,26	8,35
	0,32	0,74	0,87	0,38	1,41
	1,78	0,43	2,40	0,60	11,50
γ	0,80	3,17	4,03	0,88	1,63
	1,17	1,68	2,11	3,16	0,64
	0,35	0,22	1,72	1,82	0,15
δ	0,59	0,25	2,00	0,75	1,25
	2,33	4,99	5,30	0,78	0,34
	1,28	2,36	1,06	2,35	3,32
ε	0,01	0,10	0,08	0,09	1,29
	0,27	0,63	0,61	0,81	2,50
	0,58	0,57	0,92	0,70	0,36

M

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	1,96	1,64	2,30	2,07	3,07
	0,98	0,42	0,30	0,85	3,19
	49,85	9,12	51,19	56,86	13,42
β	0,55	0,16	0,46	0,37	1,52
	0,61	0,68	0,76	1,18	2,19
	2,01	1,10	0,61	0,94	2,66
γ	2,57	1,23	1,47	3,36	2,46
	3,02	0,39	0,30	1,00	2,83
	0,36	0,54	0,85	0,81	0,97
δ	1,44	0,62	0,87	0,39	1,44
	1,21	1,32	0,98	0,02	3,41
	1,62	0,35	0,44	0,91	4,52
ε	0,20	0,71	0,81	1,83	4,88
	0,42	0,30	0,28	0,24	5,17
	0,74	1,36	1,08	0,58	3,10

S

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	4,12	2,26	1,07	4,65	3,36
	2,44	2,27	0,61	0,56	1,81
	2,57	2,21	4,75	0,38	6,82
β	1,60	1,41	0,21	2,23	4,60
	9,05	4,27	8,87	4,01	21,62
	1,34	11,79	2,28	14,98	31,45
γ	0,64	2,36	0,74	0,85	0,94
	1,04	3,68	2,07	0,87	0,60
	0,29	0,76	2,06	0,03	0,68
δ	9,47	4,23	2,89	2,98	1,06
	0,20	0,29	0,78	1,23	1,19
	0,20	0,29	0,50	0,24	0,95
ε	1,24	0,19	1,28	5,67	10,11
	6,76	3,69	8,83	7,55	9,[illegible]
	0,13	0,32	0,81	4,30	1,04

TABLEAU 101

Rapports Snedecor comparaison A Eco Qu Or

	A Qu R	R'	Δf	Δf'	ΔL	A Or R	R'	Δf	Δf'	ΔL	Eco Qu R	R'	Δf	Δf'	ΔL	Eco Or R	R'	Δf	Δf'	ΔL
	1,85	0,82	0,33	0,91	2509	1,71	0,72	0,27	0,90	17,44	3,46	0,76	0,78	0,99	62,32	1,07	0,20	0,94	0,52	14,87
A	0,33	0,12	0,35	0,05	3,22	2,82	0,14	1,78	0,37	9,54	0,23	0,89	2,02	0,60	16,32	0,43	0,90	0,22	0,22	2,64
	0,17	0,98	2,27	1,75	4,11	3,64	3,80	1,11	1,77	47,16	1,56	0,53	1,50	2,79	4,56	0,47	1,21	0,29	0,63	2,27
	8,48	6,98	4,93	5,52	6205	0,34	0,58	0,54	0,71	2,91	0,93	4,40	1,37	1,29	2082	0,32	0,43	0,43	0,97	3,58
B	0,41	0,98	0,48	1,08	2,68	1,45	1,27	0,35	0,77	4,31	0,30	1,56	0,80	0,78	1,85	0,35	0,29	0,07	1,22	0,48
	0,29	1,54	2,55	1,33	4,27	1,06	1,81	5,09	0,49	5,78	1,12	1,73	0,06	1,03	4,62	0,15	0,34	0,16	0,70	0,98
	0,59	0,34	0,33	2,05	0,68	0,32	0,70	0,83	2,05	4,93	1,25	0,30	0,67	0,88	2,05	1,15	0,51	1,51	0,37	1,16
C	1,24	0,43	0,37	0,17	1,37	1,17	0,48	0,33	5,14	2,64	0,33	0,21	0,50	0,67	0,04	0,15	0,56	0,72	1,02	0,11
	8,15	3,42	0,97	1,30	3,12	0,04	0,62	0,76	0,47	1,14	0,72	1,20	0,32	0,79	1,20	1,06	1,51	0,92	0,72	1,69
	4,98	1,07	5,54	1,26	3440	1,33	0,07	1,53	0,59	14,25	0,69	1,51	2,67	2,29	31,73	0,47	1,45	1,29	0,65	4,93
D	1,32	5,11	1,77	0,82	1,80	2,33	0,56	0,78	1,03	1,72	0,46	0,59	1,17	1,99	3,65	1,14	1,12	0,31	0,43	12,18
	2,06	1,86	2,49	1,84	2,70	0,45	0,74	2,39	1,15	1,96	0,65	0,22	1,18	0,30	0,41	0,53	0,13	0,62	0,39	3,21
	1,29	1,95	11,19	1,20	1235	0,27	0,30	1,26	0,81	8,44	0,72	0,90	0,28	0,19	2529	1,04	0,35	0,38	0,46	1,30
E	1,03	7,96	1,72	4,27	10,93	2,73	2,30	2,41	0,46	12,59	1,11	1,13	0,56	0,76	6,43	0,14	1,27	1,39	0,57	5,14
	6,73	1,41	7,62	5,59	8,15	0,54	1,03	1,46	0,25	1,77	3,46	1,80	0,76	4,14	9,18	0,95	0,71	0,54	1,12	4,03

	Qu ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	Or ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	Qu ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	Or ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
	1,49	1,41	3,87	0,62	0,72	0,08	1,87	1,63	0,59	0,92	9,11	7,34	7,75	3,72	10,37	0,56	0,78	6,04	5,47	5,21
α	1,68	0,31	0,20	0,21	1,37	0,36	2,89	2,36	1,74	4,20	0,82	0,34	0,50	0,26	2,15	1,06	2,04	0,15	1,61	2,60
	7,18	3,02	1,96	5,84	6,34	0,42	0,67	0,14	0,31	0,09	1,38	0,26	1,90	1,50	1,81	3,67	3,27	2,60	4,12	14,12
	0,10	1,24	2,81	2,11	10,70	1,75	2,57	1,24	3,64	0,51	2,28	2,95	2,15	3,88	11,49	0,96	0,65	0,20	0,53	0,99
β	1,82	4,32	0,18	4,18	7,81	1,19	6,88	2,38	4,54	6,25	1,40	1,53	1,50	1,40	11,88	1,67	1,89	1,15	2,37	4,34
	1,77	0,24	4,05	4,50	6,06	1,58	1,87	0,46	0,62	4,32	5,00	0,59	2,50	6,42	9,85	0,62	2,44	1,11	2,21	3,46
	0,98	1,31	0,82	1,37	1,34	0,42	1,19	0,53	0,26	0,31	1,48	1,81	1,52	1,65	2,02	2,77	1,13	1,46	1,86	1,46
γ	0,33	1,33	1,48	1,13	0,18	3,31	2,56	2,82	3,90	3,53	1,01	0,83	1,41	0,42	1,22	2,02	0,39	0,86	0,63	1,10
	0,34	0,18	0,15	0,65	0,55	0,74	0,36	0,86	0,85	0,48	0,76	0,65	1,74	0,09	0,65	0,17	0,47	0,82	0,10	0,22
	3,45	3,88	23,95	9,16	2,82	0,25	0,84	1,45	1,33	1,60	1,72	1,79	0,85	0,87	1,16	3,28	4,44	9,87	2,16	3,77
δ	1,69	0,44	0,93	0,13	1,72	6,88	3,12	2,62	0,20	3,83	1,22	0,35	0,34	0,32	4,07	0,18	1,56	2,43	1,13	1,23
	0,85	0,57	2,47	1,40	0,77	0,66	0,23	1,51	1,26	0,84	0,72	0,41	0,07	0,00	0,84	0,36	1,09	0,57	1,11	7,79
	0,49	0,72	0,18	0,33	0,85	1,90	0,60	0,51	2,01	3,82	0,93	1,19	0,67	1,03	2,94	0,11	0,14	0,48	1,06	2,09
ε	0,32	0,90	0,29	0,54	1,33	2,92	0,50	4,60	1,79	5,39	0,49	0,19	0,79	0,49	3,42	0,66	0,81	0,33	1,69	3,65
	0,14	0,25	0,12	0,10	0,23	3,75	10,13	11,35	9,95	10,20	0,90	0,74	0,97	0,63	3,21	1,21	3,10	0,60	1,93	4,38

TABLEAU 102

Rapports Snedecor A, Eco — Sou / Rel

A

	Sou R	Sou R'	Sou Δt	Sou Δt'	Sou ΔL	Rel R	Rel R'	Rel Δt	Rel Δt'	Rel ΔL
	38,90	2,57	0,56	1,89	35,32	0,93	0,08	0,17	0,25	1,404
A	1,36	0,47	1,16	0,79	6,53	0,14	0,56	0,26	0,58	5,78
	0,64	0,95	0,18	0,72	9,67	1,08	1,15	1,31	2,03	3,96
	4,71	4,82	4,38	2,54	25,99	0,49	0,40	0,28	0,87	3,43
B	2,95	4,39	1,92	9,94	0,81	3,08	4,56	1,69	3,73	0,91
	0,18	0,95	1,57	1,26	3,63	1,44	1,82	1,09	2,98	3,62
	0,27	0,79	0,64	1,14	1,16	0,73	0,11	0,36	1,05	2,14
C	0,89	1,69	0,68	0,99	1,78	0,26	3,32	1,55	1,91	1,52
	26,20	23,01	7,46	5,03	26,16	0,36	0,21	0,13	0,38	0,39
	1,52	0,83	1,12	1,47	15,06	22,35	2,15	19,53	3,24	188,23
D	4,64	1,92	0,87	1,17	2,21	0,18	3,97	1,03	4,63	1,65
	1,04	0,45	1,17	0,63	2,26	0,85	0,22	0,56	0,86	1,25
	0,70	0,11	2,38	1,10	8,94	1,23	0,65	0,29	0,93	1,272
E	0,32	1,42	0,51	0,75	3,72	5,13	4,15	1,06	3,43	1,346
	2,10	1,10	3,39	3,38	7,75	0,99	1,43	0,16	0,90	0,46

Eco

	Sou R	Sou R'	Sou Δt	Sou Δt'	Sou ΔL	Rel R	Rel R'	Rel Δt	Rel Δt'	Rel ΔL
	1,10	0,56	0,88	0,90	29,42	11,63	0,63	2,19	0,39	9,00
A	0,73	1,62	0,86	0,22	5,28	0,24	0,42	1,28	0,49	1,37
	1,16	4,26	0,65	3,83	2,44	0,33	0,27	0,55	0,53	3,92
	1,93	2,16	3,79	4,34	17,92	0,28	0,77	0,32	0,16	3,06
B	0,82	1,01	1,73	0,94	2,89	0,52	0,32	0,11	0,54	0,26
	0,38	0,22	0,17	0,21	1,42	0,33	1,25	0,11	0,15	2,11
	3,46	0,97	1,54	0,83	6,36	2,34	0,58	1,71	0,88	1,54
C	0,40	0,60	0,35	0,87	0,38	0,34	0,47	1,69	0,35	0,61
	0,63	1,28	1,12	0,30	1,59	2,90	6,50	1,20	4,14	3,44
	0,65	0,56	1,83	0,26	11,02	0,13	0,90	0,79	0,88	8,86
D	0,32	2,59	0,52	1,00	7,91	0,85	1,05	0,47	0,10	4,27
	0,45	0,75	0,59	1,31	1,40	0,55	0,89	0,89	0,19	1,05
	0,99	0,41	0,40	0,48	7,07	0,68	1,50	0,13	0,36	3,78
E	0,99	0,69	0,19	0,29	3,72	0,57	4,41	5,54	1,00	11,63
	2,17	1,83	1,00	1,90	7,54	8,57	2,44	7,67	6,54	34,07

Rapports Snedecor A, Eco — Sou / Rel

A

	Sou ρ	Sou ρ'	Sou Δr	Sou Δr'	Sou Δλ	Rel ρ	Rel ρ'	Rel Δr	Rel Δr'	Rel Δλ
	0,13	2,01	1,61	0,57	1,18	0,75	0,60	1,66	0,62	0,29
α	0,67	0,83	2,40	0,61	0,96	0,98	0,69	0,44	0,92	2,01
	0,51	0,20	0,12	0,64	0,31	2,32	1,79	0,42	1,58	1,95
	2,62	5,98	5,86	9,30	14,39	0,47	1,60	0,73	0,63	1,53
β	0,79	0,78	0,14	1,88	3,26	2,55	0,73	0,13	1,09	1,87
	1,27	4,10	4,89	4,30	13,4	1,66	4,32	3,27	0,69	6,10
	0,95	1,35	1,03	1,18	1,12	0,42	0,39	0,93	0,30	0,68
γ	0,38	1,13	1,98	0,26	0,90	0,52	0,91	0,25	0,89	0,51
	0,67	1,23	1,40	1,20	2,45	0,19	0,17	0,34	0,26	0,18
	0,33	0,14	2,83	1,58	1,58	1,08	0,18	0,32	0,10	0,63
δ	0,19	1,10	1,98	0,60	0,93	1,43	2,07	0,74	0,47	0,29
	1,26	1,27	2,73	2,67	1,42	0,79	0,67	2,89	0,57	0,93
	0,53	1,48	0,11	0,17	1,28	0,38	0,32	0,10	0,51	1,20
ε	0,90	0,18	0,28	1,44	3,56	0,17	0,11	2,02	1,26	2,14
	0,37	1,86	0,21	0,09	0,43	0,38	0,45	1,10	1,39	1,09

Eco

	Sou ρ	Sou ρ'	Sou Δr	Sou Δr'	Sou Δλ	Rel ρ	Rel ρ'	Rel Δr	Rel Δr'	Rel Δλ
	13,57	3,51	4,82	19,41	27,65	0,63	0,72	0,82	0,19	1,31
α	0,24	0,50	0,27	1,16	1,74	2,10	1,64	0,61	0,81	2,42
	0,20	1,44	2,35	2,11	3,39	11,05	4,71	4,12	10,71	39,72
	0,96	0,38	1,02	0,07	4,59	1,24	0,80	0,44	0,60	1,12
β	2,58	1,31	0,96	0,45	2,96	1,73	1,84	1,15	3,83	6,78
	1,23	1,10	0,26	0,37	3,20	0,08	0,47	0,27	2,71	3,66
	1,67	3,76	2,16	1,42	0,91	0,63	0,60	3,44	0,86	3,11
γ	2,60	0,41	0,96	0,56	1,00	1,05	4,12	2,95	2,41	3,55
	0,07	0,39	0,82	0,44	0,06	0,16	1,26	2,08	1,21	0,67
	2,67	3,59	4,01	1,20	1,36	2,29	2,38	2,40	0,89	3,16
δ	0,71	1,16	1,00	0,31	1,60	0,90	1,45	0,82	2,86	6,20
	4,01	4,35	3,37	5,62	9,73	0,06	0,04	0,42	0,34	0,84
	4,71	1,18	3,29	4,47	13,95	0,28	0,28	0,23	0,10	0,78
ε	1,18	0,08	0,28	0,87	3,03	3,52	2,21	3,18	1,98	2249
	0,64	1,29	0,10	0,53	2,46	0,31	0,41	3,09	0,97	2,37

TABLEAU 103

Rapports Smedecor A, Eco, 114 Com $\frac{f}{m}$ $\frac{f}{F}$

A

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	0,20	0,35	23,65	1,41	1,34	0,62
	0,84	0,45	4,40	0,38	1,05	0,21
	2,25	5,51	0,86	1,41	1,04	1,41
B	0,80	0,30	0,55	0,37	1,51	9,45
	0,38	0,79	0,81	0,86	0,39	4,14
	0,75	0,15	0,37	0,88	1,15	0,29
C	2,36	3,25	0,24	0,41	0,20	1,51
	1,99	0,75	0,27	0,26	1,98	0,59
	10,27	7,87	1,85	3,07	0,90	0,40
D	1,03	1,13	2,72	0,05	0,58	0,85
	0,36	0,24	3,32	0,76	0,68	1,34
	0,90	1,03	0,59	0,12	1,18	0,18
E	6,47	12,72	0,36	0,45	1,20	0,39
	0,61	3,24	1,08	2,95	7,36	3,76
	1,50	3,43	0,05	0,50	10,94	0,15

Eco

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	0,76	0,81	15,56	3,35	1,64	0,60
	0,95	0,52	0,34	1,07	0,55	0,99
	0,87	0,96	1,02	0,72	0,38	0,99
B	0,45	1,56	0,68	2,85	5,53	2,50
	0,32	0,16	0,61	1,56	0,55	0,49
	0,19	0,30	0,26	0,94	2,73	9,67
C	11,57	2,19	0,66	0,58	1,77	0,62
	2,02	3,79	0,27	0,39	0,18	0,42
	0,40	0,31	2,31	6,41	0,42	0,91
D	0,19	1,77	0,56	0,77	1,78	1,58
	2,08	0,96	2,03	2,41	0,40	3,45
	0,66	0,25	1,37	0,15	0,65	1,36
E	1,50	0,80	0,53	1,30	0,20	0,49
	0,67	2,07	6,66	0,63	0,67	2,94
	1,87	0,20	1,29	0,33	1,99	1,08

114 Com

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	1,46	1,64	0,12	0,19	0,48	1,10
	0,13	0,46	0,29	0,19	2,30	0,57
	0,17	0,59	0,29	0,87	0,68	0,01
B	2,30	0,53	0,24	4,86	1,42	0,57
	0,45	0,57	0,70	1,11	1,40	1,22
	0,26	0,51	1,43	0,73	1,90	0,38
C	0,63	0,96	0,91	0,64	0,30	0,33
	3,41	4,62	0,88	2,34	1,11	0,28
	0,73	0,85	3,52	3,86	0,54	1,65
D	3,80	1,53	0,86	0,96	0,27	1,06
	1,03	1,48	0,14	0,82	0,81	0,66
	3,22	1,27	0,87	0,76	2,32	0,52
E	2,20	0,27	1,63	1,81	5,10	4,65
	0,90	0,35	2,23	3,29	3,05	1,77
	0,37	2,35	1,18	1,03	0,62	0,92

A

	f e	f e'	m e	m e'	F e	F e'
α	0,16	0,58	0,60	1,25	0,85	1,26
	1,25	2,79	0,84	0,33	23,36	13,18
	0,30	0,30	2,21	0,63	0,71	0,49
β	0,31	0,95	0,14	2,07	0,40	0,93
	1,10	2,64	4,35	4,88	0,47	1,28
	1,99	1,75	0,23	0,04	0,68	1,01
γ	0,78	0,63	1,34	1,66	0,53	0,69
	1,03	0,94	1,04	0,35	0,60	1,43
	3,06	1,39	0,73	1,70	0,52	0,17
δ	0,16	0,33	1,71	0,90	0,67	0,53
	0,40	0,59	2,06	5,59	0,38	0,16
	3,34	1,72	0,46	0,68	0,82	0,70
ε	0,28	0,49	1,14	1,39	1,08	0,54
	7,74	3,50	0,61	0,75	0,95	0,17
	0,49	1,28	1,34	0,52	0,12	2,17

Eco

	f e	f e'	m e	m e'	F e	F e'
α	2,15	1,01	0,85	2,24	2,20	0,75
	11,00	2,86	0,07	0,78	4,13	3,61
	2,71	0,09	2,32	1,87	0,13	2,81
β	1,47	0,69	0,16	0,20	6,26	2,85
	1,58	1,28	3,84	0,50	0,66	2,70
	0,78	1,01	7,80	2,75	0,40	1,59
γ	2,76	1,92	2,67	2,87	0,32	0,69
	0,90	2,77	1,22	2,51	1,93	0,14
	0,43	0,55	0,71	1,36	1,37	2,49
δ	1,20	2,76	4,54	1,92	1,07	3,25
	0,74	0,56	1,45	1,59	0,65	3,00
	1,03	0,53	0,83	0,79	0,72	0,22
ε	0,78	0,80	0,04	0,16	1,69	0,44
	0,73	0,46	0,22	0,51	5,80	7,52
	0,92	0,38	0,40	0,67	0,59	0,21

114 Com

	f e	f e'	m e	m e'	F e	F e'
α	3,71	3,47	0,95	1,76	0,47	0,16
	0,54	0,38	6,01	0,46	0,69	1,18
	1,17	0,58	0,28	0,85	1,60	0,51
β	1,64	2,52	3,13	5,15	1,66	1,08
	0,46	0,79	1,07	0,16	2,82	3,34
	3,87	5,87	0,28	0,70	0,27	1,05
γ	2,74	1,65	0,61	2,19	1,05	0,29
	2,71	2,12	1,91	1,47	1,89	2,78
	0,94	2,15	3,56	1,83	0,16	0,23
δ	3,14	2,48	3,91	7,26	2,73	0,63
	3,70	1,49	0,89	0,39	0,69	0,28
	1,07	1,29	3,74	0,58	0,75	0,39
ε	0,61	0,16	1,26	2,19	1,38	2,53
	0,80	0,45	1,64	0,76	0,56	0,22
	0,28	0,94	1,09	1,85	0,07	0,41

TABLEAU 104

Rapports Snedecor A Eco Com 114 f / m / F

	A f Δr	A f Δr'	A f ΔL	A m Δr	A m Δr'	A m ΔL	A F Δr	A F Δr'	A F ΔL	Eco f Δr	Eco f Δr'	Eco f ΔL	Eco m Δr	Eco m Δr'	Eco m ΔL	Eco F Δr	Eco F Δr'	Eco F ΔL	114Com f Δr	114Com f Δr'	114Com f ΔL	114Com m Δr	114Com m Δr'	114Com m ΔL	114Com F Δr	114Com F Δr'	114Com F ΔL
A	0,02	0,46	4,60	3,14	5,06	110,12	0,22	0,68	19,60	1,52	0,79	8,11	1,87	7,41	290,68	1,51	0,25	23,56	0,93	0,27	9,27	0,51	0,23	3,85	0,79	1,45	6,9
	1,21	0,36	1,06	1,73	1,23	13,68	0,40	0,40	14,65	0,77	1,78	0,61	0,09	0,31	4,86	2,07	0,67	23,32	0,12	0,12	1,44	1,26	0,29	2,36	0,74	0,79	2,20
	5,27	14,25	10,48	2,67	2,56	18,20	0,45	1,32	10,48	1,06	2,26	0,49	0,89	1,06	2,13	1,07	0,75	4,71	0,62	0,72	1,06	1,37	0,98	0,46	0,37	0,09	4,49
B	0,74	0,23	2,86	0,26	0,59	2,79	4,02	22,08	59,18	0,55	1,81	4,03	4,11	6,34	15,87	1,56	2,69	11,48	0,80	1,20	1,70	1,16	3,01	3,18	0,37	0,89	3,52
	0,78	1,82	4,54	1,63	0,74	0,39	0,85	0,14	5,25	0,36	0,05	1,13	0,25	2,61	1,16	0,13	0,98	0,58	0,49	1,22	0,23	0,86	0,55	0,19	0,43	1,69	0,69
	0,05	0,37	0,76	1,69	2,01	4,22	1,01	1,00	4,74	0,18	0,62	1,38	0,45	0,97	1,85	7,95	3,39	14,64	0,54	0,17	0,83	0,25	0,98	0,74	0,64	0,63	1,34
C	2,70	4,38	2,61	0,45	1,12	1,19	0,32	0,66	1,06	3,72	4,63	0,73	0,50	0,31	1,86	0,95	0,66	2,69	0,17	0,38	0,83	0,83	0,41	1,76	1,43	0,14	0,62
	2,75	5,87	1,19	0,29	0,31	0,61	0,04	1,37	1,28	3,61	3,98	0,81	0,48	0,81	0,66	0,17	0,55	1,22	0,09	0,26	3,69	0,88	0,68	0,55	0,25	0,43	0,69
	6,50	9,64	7,13	0,47	0,49	1,90	0,69	0,43	0,72	0,15	0,77	0,48	0,90	4,51	4,31	1,49	0,27	1,48	0,22	0,22	0,66	5,58	8,56	8,85	1,93	0,87	0,14
D	1,48	0,86	13,42	0,87	0,81	6,73	1,11	0,35	14,06	4,36	0,42	1,11	0,98	1,78	10,41	1,08	0,60	24,17	2,16	2,81	1,80	1,69	1,10	8,12	0,57	1,18	3,40
	0,13	0,16	0,44	2,34	1,57	1,96	1,45	0,57	4,07	0,49	0,21	1,13	4,32	8,81	15,81	1,67	0,31	36,91	0,50	0,23	1,22	0,09	1,10	0,10	0,45	0,39	0,51
	1,11	1,84	3,28	0,45	0,29	1,61	1,41	1,12	7,02	[illegible]	1,03	0,62	0,61	0,52	4,60	1,90	1,40	12,50	0,71	1,51	1,44	0,38	2,59	2,40	1,68	0,11	0,87
E	11,06	16,62	44,67	2,77	1,49	8,00	0,52	0,15	4,90	1,46	1,59	1,82	1,58	1,23	20,33	1,16	0,40	8,01	1,86	0,82	3,77	1,34	0,49	1,13	2,56	0,66	8,93
	9,69	1,64	0,96	1,29	1,70	7,38	1,85	6,33	20,82	0,31	0,25	8,00	3,92	2,36	11,42	2,52	0,55	8,36	0,20	1,05	0,88	1,91	1,99	1,88	0,93	0,45	1,7
	2,70	1,01	1,07	1,15	3,99	4,71	2,16	9,54	14,06	0,18	0,83	0,18	0,26	0,31	0,71	2,75	1,32	15,23	0,49	0,40	1,81	1,09	1,12	1,23	0,98	1,89	5,5

	A f Δr	A f Δr'	A f Δλ	A m Δr	A m Δr'	A m Δλ	A F Δr	A F Δr'	A F Δλ	Eco f Δr	Eco f Δr'	Eco f Δλ	Eco m Δr	Eco m Δr'	Eco m Δλ	Eco F Δr	Eco F Δr'	Eco F Δλ	114Com f Δr	114Com f Δr'	114Com f Δλ	114Com m Δr	114Com m Δr'	114Com m Δλ	114Com F Δr	114Com F Δr'	114Com F Δλ
α	1,69	0,19	0,82	0,77	0,82	1,10	2,38	0,52	0,30	1,90	5,65	6,72	0,50	0,83	3,19	1,57	1,67	0,67	0,31	1,59	0,47	0,22	2,51	2,86	0,23	0,38	0,43
	0,46	0,60	11,81	0,89	0,46	1,18	17,90	8,63	16,8	3,26	11,58	12,50	0,25	1,46	1,75	2,70	1,36	1,52	0,74	0,96	3,64	10,65	15,59	3,09	0,43	0,79	0,38
	0,02	0,81	0,41	0,32	0,31	4,46	0,62	0,39	0,40	1,72	8,35	7,81	1,24	0,88	11,20	4,37	3,21	3,24	0,74	0,62	2,26	0,35	0,16	0,85	0,39	0,72	0,64
β	0,65	0,94	0,51	1,62	1,50	2,80	0,77	1,29	1,35	1,30	0,37	2,48	0,25	0,47	4,06	2,19	1,32	2,67	1,79	0,58	0,75	1,73	13,03	4,17	3,79	0,89	6,07
	0,87	1,62	8,06	1,43	1,69	4,34	1,35	0,50	1,45	1,19	0,18	6,37	2,06	1,62	4,20	0,33	1,63	3,44	0,47	1,19	0,67	0,51	1,51	0,95	0,34	0,31	1,77
	0,65	1,70	11,47	0,22	0,08	0,79	1,22	1,45	1,07	0,25	1,23	3,10	1,26	3,39	15,60	0,35	6,70	3,12	4,08	5,78	21,44	1,20	0,91	1,16	1,00	0,03	2,06
γ	0,33	0,34	0,81	1,00	1,58	1,66	0,71	0,69	0,82	2,23	1,73	0,46	1,52	0,55	1,04	1,39	0,62	2,20	0,23	0,81	0,58	0,71	0,89	0,13	2,55	0,31	1,84
	1,14	1,13	0,67	0,47	0,59	0,95	0,47	0,74	0,84	1,16	0,71	4,35	5,20	0,47	1,08	1,32	0,45	0,16	1,27	3,16	2,75	3,44	1,94	1,94	0,62	2,04	0,9
	0,63	0,10	4,26	3,17	0,50	0,66	0,51	0,38	0,21	1,50	0,69	0,28	3,08	0,28	3,27	1,73	0,51	1,62	1,14	0,31	1,04	0,41	1,80	0,46	0,32	1,20	0,97
δ	1,31	0,90	0,66	3,14	6,39	0,18	2,24	0,18	1,92	0,48	0,27	1,19	1,16	0,26	0,64	5,74	4,99	3,17	1,98	1,49	1,82	10,04	11,71	2,04	2,85	0,44	1,3
	0,12	0,13	2,79	5,73	6,49	0,77	0,55	0,46	0,27	1,36	0,16	6,80	4,12	2,62	6,38	0,57	0,45	0,22	3,06	2,08	4,98	3,04	2,80	5,42	0,38	0,50	0,5
	4,30	3,28	0,65	1,41	0,95	10,98	1,05	1,70	0,20	1,57	1,89	1,83	1,29	0,20	1,42	1,06	0,13	0,13	0,94	0,50	3,80	2,09	4,61	4,01	0,04	0,63	1,7
ε	0,35	0,14	1,79	0,54	1,13	1,00	0,04	1,12	2,88	2,23	2,94	3,97	0,54	0,34	1,74	0,04	2,11	2,71	0,74	0,88	1,10	2,57	1,80	4,19	0,91	2,38	6,6
	18,11	1,49	14,80	1,32	0,21	1,06	0,60	0,63	2,86	1,27	0,98	18,15	0,25	0,42	1,13	2,70	2,38	1,61	0,58	0,56	4,00	0,18	1,59	1,90	0,08	[illegible]	[illegible]
	2,16	2,35	3,55	0,84	1,76	0,62	0,69	0,77	1,03	0,58	1,13	2,81	1,38	0,77	4,84	0,53	1,10	0,23	4,05	0,18	3,24	1,27	0,71	0,88	0,28	[illegible]	[illegible]

TABLEAU 105

Rapports Snedecor 114 Com, Red $\frac{f}{m}$ $\frac{m}{F}$ et Moy Gené

114 Com

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	1,46	1,64	0,12	0,19	0,48	1,10
	0,13	0,45	0,29	0,19	2,30	0,57
	0,17	0,59	0,29	0,87	0,68	0,01
B	2,30	0,53	0,24	4,66	1,42	0,57
	0,45	0,57	0,70	1,11	1,40	1,22
	0,26	0,51	1,43	0,73	1,90	0,98
C	0,63	0,96	0,91	0,64	0,30	0,33
	3,41	4,62	0,89	2,34	1,11	0,28
	0,73	0,85	3,52	3,85	0,54	1,65
D	3,80	1,53	0,85	0,96	0,27	1,06
	1,03	1,48	0,74	0,82	0,81	0,66
	3,22	1,87	0,54	0,76	2,32	0,52
E	2,20	0,27	1,53	1,31	5,10	4,65
	0,90	0,35	2,23	3,29	3,05	1,77
	0,37	2,35	1,18	1,03	0,62	0,92

114 Red

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	1,03	1,03	0,44	0,60	0,88	3,72
	1,74	7,48	0,73	0,23	0,57	0,68
	0,80	2,22	1,30	0,85	0,68	1,44
B	0,43	1,19	0,36	0,47	0,27	0,73
	2,68	3,30	0,20	0,80	2,43	3,30
	0,16	0,16	1,19	3,06	0,97	1,44
C	0,54	2,11	1,40	1,33	9,41	24,09
	0,87	0,44	1,37	3,42	3,46	17,94
	0,23	0,81	0,86	1,79	1,44	0,57
D	3,97	8,08	1,40	0,07	1,85	3,44
	0,02	0,08	2,00	1,96	0,64	0,65
	4,65	1,13	1,49	0,76	3,06	1,74
E	0,98	0,12	0,77	0,08	0,27	1,02
	1,08	1,20	33,49	45,54	0,98	0,49
	4,18	16,99	1,86	8,57	1,86	1,18

Moy Gené

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	1,88	0,41	0,54	0,25	32,61
	0,38	0,55	0,62	0,09	11,49
	0,92	0,79	1,08	2,65	14,52
B	0,69	1,17	0,34	1,32	12,32
	0,64	0,55	0,29	1,32	1,00
	0,34	1,14	0,59	0,48	3,95
C	1,37	0,29	0,95	1,44	2,44
	0,25	0,12	0,46	2,06	0,77
	1,47	2,00	1,09	1,58	1,89
D	1,08	0,27	2,53	1,10	32,41
	1,22	1,66	0,74	0,71	8,51
	0,27	0,11	0,57	1,46	3,53
E	0,66	0,33	0,21	0,05	9,23
	1,00	0,94	0,73	0,82	8,43
	4,41	6,72	12,13	11,91	58,54

114 Com

	ρ f	ρ' f	ρ m	ρ' m	ρ F	ρ' F
α	3,71	3,47	0,95	1,76	0,47	0,16
	0,54	0,88	6,01	0,45	0,69	1,18
	1,17	0,68	0,28	0,35	1,60	0,51
β	1,64	2,82	3,13	5,15	1,66	1,08
	0,46	0,79	1,07	0,18	2,82	8,34
	3,87	5,87	0,28	0,70	0,27	1,06
γ	2,74	1,65	0,61	2,19	1,05	0,29
	2,71	2,12	1,91	1,47	1,89	2,78
	0,94	2,15	3,56	1,33	0,16	0,23
δ	3,14	2,48	3,91	7,26	2,73	0,63
	3,70	1,49	0,39	0,39	0,69	0,28
	1,07	1,29	3,74	0,58	0,75	0,39
ε	0,61	0,16	1,25	2,19	1,38	2,53
	0,8	,35	1,64	0,78	0,56	0,22
	. .	.	,09	1,85	0,07	0,41

114 Red

	ρ f	ρ' f	ρ m	ρ' m	ρ F	ρ' F
α	1,09	0,03	2,91	0,70	1,72	0,14
	0,52	0,34	0,64	0,99	0,13	0,85
	1,90	1,25	0,99	1,16	0,23	2,32
β	0,31	0,71	2,32	3,65	2,83	2,17
	0,83	5,61	0,61	0,40	1,51	2,67
	9,64	3,53	0,82	0,73	1,13	0,10
γ	0,87	1,37	1,12	2,36	2,28	2,71
	18,59	1,00	1,70	2,08	2,99	0,72
	0,40	2,91	0,97	1,12	0,51	0,30
δ	0,64	0,71	0,66	0,81	0,84	0,06
	0,74	0,94	0,90	1,53	1,31	0,97
	0,19	0,78	0,44	0,27	5,19	2,56
ε	4,52	0,64	0,66	0,03	0,39	1,20
	1,27	0,57	2,92	3,49	1,73	0,22
	0,41	0,20	1,23	0,93	4,31	4,53

Moy Gené

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	1,44	4,17	4,24	2,06	3,08
	1,91	1,80	0,85	0,16	9,90
	1,54	0,42	0,19	0,73	4,02
β	1,86	2,22	0,79	1,37	8,50
	2,62	2,72	0,85	3,51	13,19
	1,02	12,35	2,89	8,16	78,00
γ	0,45	2,57	0,76	4,08	2,24
	0,90	1,64	0,42	0,95	1,93
	1,72	1,52	10,82	1,20	0,48
δ	0,95	0,96	1,69	0,64	0,31
	0,34	1,51	1,30	0,43	2,93
	0,98	0,98	1,44	0,43	,,80
ε	0,69	0,23	0,04	0,87	4,47
	0,56	0,20	1,31	0,60	,,39
	0,02	0,14	0,83	0,17	,,7

TABLEAU 108

Rapports Snadecor 114 Com Red $\frac{f}{m}$ $\frac{l}{F}$

114 Com

	$\frac{f}{\Delta l}$	$\frac{f}{\Delta l'}$	$\frac{f}{\Delta L}$	$\frac{m}{\Delta l}$	$\frac{m}{\Delta l'}$	$\frac{m}{\Delta L}$	$\frac{l}{F}$ Δl	$\frac{l}{F}$ $\Delta l'$	$\frac{l}{F}$ ΔL
A	0,93	0,27	3,27	0,51	0,28	3,25	0,79	1,45	6,93
	0,12	0,12	1,44	1,26	0,29	0,86	0,74	0,79	2,84
	0,62	0,72	1,06	1,37	0,98	0,46	0,37	0,09	4,47
B	0,80	1,20	1,70	1,16	3,01	3,18	0,37	0,89	3,52
	0,49	1,22	0,29	0,86	0,55	0,19	0,43	1,69	0,69
	0,54	0,17	0,33	0,25	0,98	0,74	0,64	0,63	1,34
C	0,17	0,38	0,35	0,83	0,41	1,76	1,43	0,14	0,68
	0,09	0,26	3,59	0,88	0,68	0,56	0,25	0,43	0,62
	0,22	0,22	0,65	5,58	8,56	4,85	1,93	0,87	0,14
D	2,16	2,81	1,80	1,69	1,10	5,12	0,57	1,12	3,44
	0,50	0,23	1,22	0,09	1,10	0,70	0,45	0,39	0,51
	0,71	1,51	1,44	0,38	2,59	2,40	1,68	0,11	0,37
E	1,86	0,82	3,77	1,34	0,49	1,13	2,56	0,66	8,09
	0,20	1,05	0,63	1,91	1,99	1,83	0,93	0,45	1,76
	0,49	0,40	1,81	1,09	1,12	1,23	0,98	1,09	5,59

114 Red

	$\frac{f}{\Delta l}$	$\frac{f}{\Delta l'}$	$\frac{f}{\Delta L}$	$\frac{m}{\Delta l}$	$\frac{m}{\Delta l'}$	$\frac{m}{\Delta L}$	$\frac{F}{\Delta l}$	$\frac{F}{\Delta l'}$	$\frac{F}{\Delta L}$
A	1,20	1,90	2,88	0,78	0,79	1,25	1,07	1,57	13,32
	0,90	0,35	4,04	0,50	0,84	8,73	1,16	1,55	1,40
	0,81	1,38	2,75	0,90	0,62	1,31	1,14	1,91	4,82
B	1,05	2,51	4,05	0,61	0,21	3,95	0,36	0,91	2,88
	5,55	1,11	4,43	0,19	0,37	1,24	2,94	0,71	2,56
	1,10	1,15	0,60	1,08	2,34	10,18	1,44	2,17	2,11
C	2,39	2,41	0,73	2,91	1,29	8,96	13,89	8,35	10,95
	0,72	2,51	0,58	1,31	1,35	2,16	8,52	16,52	9,76
	0,26	0,81	0,60	1,23	0,49	0,82	1,71	1,68	2,63
D	2,21	2,49	2,17	0,67	0,16	0,63	0,41	0,84	22,04
	0,26	0,34	0,28	3,05	1,83	14,13	0,33	0,14	4,01
	0,77	0,08	0,87	5,43	2,86	4,23	3,08	2,08	9,46
E	1,16	0,60	1,15	0,29	1,15	4,28	0,80	1,34	1,97
	1,14	1,36	0,75	19,92	56,22	236,80	0,70	0,08	0,98
	10,30	10,13	11,87	5,41	6,08	25,43	0,14	0,76	1,14

	$\frac{f}{\Delta r}$	$\frac{f}{\Delta r'}$	$\frac{f}{\Delta \lambda}$	$\frac{m}{\Delta r}$	$\frac{m}{\Delta r'}$	$\frac{m}{\Delta \lambda}$	$\frac{F}{\Delta r}$	$\frac{F}{\Delta r'}$	$\frac{F}{\Delta \lambda}$
α	0,81	1,59	0,47	0,22	2,51	2,86	0,28	0,38	0,49
	0,74	0,96	3,64	10,65	16,59	5,09	0,43	0,79	0,88
	0,74	0,62	2,26	0,35	0,16	0,95	0,39	0,72	0,84
β	1,79	0,58	0,75	1,73	13,03	4,17	3,79	0,89	6,07
	0,47	1,19	0,67	0,51	1,15	0,95	0,34	0,31	1,77
	4,08	5,78	21,99	1,20	0,91	1,16	1,00	0,03	2,08
γ	0,23	0,81	0,58	0,71	0,89	0,13	2,55	0,31	1,84
	1,27	3,16	2,79	3,44	1,94	1,84	0,62	2,04	0,92
	1,12	0,31	1,84	0,41	1,80	0,46	0,32	1,20	0,97
δ	1,98	1,49	1,82	10,04	11,71	2,04	2,85	0,44	1,30
	3,06	2,08	4,99	3,04	2,80	5,42	0,38	0,50	0,83
	0,94	0,58	8,82	2,09	4,61	4,01	0,04	0,63	1,75
ε	0,74	0,88	1,19	2,57	1,80	4,13	0,91	2,38	5,62
	0,58	0,56	4,00	0,78	1,59	1,98	0,08	0,07	0,84
	4,05	0,18	3,24	1,27	0,71	0,33	0,28	0,28	0,38

114 Red

	$\frac{f}{\Delta r}$	$\frac{f}{\Delta r'}$	$\frac{f}{\Delta \lambda}$	$\frac{m}{\Delta r}$	$\frac{m}{\Delta r'}$	$\frac{m}{\Delta \lambda}$	$\frac{F}{\Delta r}$	$\frac{F}{\Delta r'}$	$\frac{F}{\Delta \lambda}$
α	0,43	0,29	1,02	0,61	0,25	0,23	0,11	0,44	1,47
	1,26	1,70	11,50	2,44	1,00	3,68	0,42	0,15	0,14
	1,78	0,25	4,52	1,14	0,60	1,13	1,29	1,37	1,28
β	0,34	0,68	0,66	2,11	2,11	5,02	1,02	3,00	5,97
	1,58	1,30	24,52	1,33	0,92	0,31	0,85	1,75	0,21
	8,94	9,13	11,06	0,22	1,57	0,12	0,61	0,46	0,50
γ	2,29	4,08	1,75	5,99	1,70	2,24	3,96	2,10	2,44
	6,00	58,22	101,36	2,73	2,16	2,76	5,48	0,97	2,14
	0,70	1,09	0,62	0,44	0,95	1,18	0,31	0,21	2,05
δ	0,27	0,19	0,21	0,58	0,71	0,50	0,34	0,92	0,89
	1,02	0,73	1,13	0,16	0,19	1,62	1,65	0,22	0,50
	0,47	0,56	0,74	0,13	0,26	1,73	5,35	8,46	4,60
ε	1,37	1,80	1,92	0,46	0,69	2,30	0,52	1,25	3,44
	1,56	0,30	9,90	0,80	1,42	8,04	0,22	1,06	0,01
	0,21	0,74	0,38	1,71	1,32	0,39	3,13	0,49	1,72

TABLEAU 107

Rapports Snedecor (A + Eco) $\frac{M}{S}$ (Qu Sou Com Sou)

M

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	0,64	0,61	3,21	0,61	1,03	1,22
	1,96	0,22	1,05	2,06	0,30	0,29
	1,92	4,17	0,15	2,82	0,37	0,26
B	0,09	0,18	1,32	2,18	7,31	2,77
	0,41	0,83	0,78	0,31	0,54	2,96
	1,49	1,58	1,28	2,28	1,02	4,82
C	1,97	1,16	0,41	1,66	0,12	1,25
	2,88	3,78	6,28	1,10	1,52	0,33
	1,95	2,29	0,60	1,00	0,48	1,01
D	0,62	0,10	0,46	0,12	0,42	0,45
	4,16	8,65	1,30	0,80	1,50	0,20
	3,74	2,00	0,36	1,87	1,80	0,93
E	1,20	2,76	1,04	0,29	0,47	0,99
	0,26	0,90	0,05	0,66	0,60	0,07
	3,42	3,07	0,92	0,48	1,44	1,86

	f ρ	f ρ'	m ρ	m ρ'	F ρ	F ρ'
α	0,22	0,07	0,16	1,11	0,95	0,37
	1,19	0,69	2,70	2,94	1,57	0,09
	0,67	17,86	4,64	10,14	0,51	0,48
β	0,30	0,57	6,55	5,84	5,12	0,50
	1,19	0,36	1,93	2,00	1,61	2,08
	5,61	1,86	0,34	0,44	0,25	0,54
γ	0,85	0,23	0,89	1,26	0,78	4,07
	0,24	0,14	0,74	0,59	0,59	2,04
	2,29	1,18	0,86	0,46	0,25	2,10
δ	1,35	0,68	0,70	2,57	0,39	0,80
	1,53	1,78	0,50	0,58	1,33	0,31
	9,68	3,85	0,16	0,13	1,92	2,01
ε	0,29	0,74	0,34	0,41	1,74	1,67
	0,82	6,63	0,69	2,81	5,48	4,02
	0,66	2,48	1,24	0,60	1,10	0,83

S

	f R	f R'	m R	m R'	F R	F R'
A	0,20	0,08	44,66	32,46	1,10	0,97
	0,49	1,68	0,81	1,86	3,71	2,61
	0,21	0,83	2,87	1,74	0,61	1,63
B	2,60	4,58	0,80	1,10	1,20	2,26
	2,21	2,14	0,34	1,64	2,30	2,06
	0,43	1,20	0,07	0,36	2,94	0,93
C	0,15	0,16	0,55	0,69	0,32	0,73
	0,60	1,49	2,36	0,71	0,39	0,47
	0,71	0,32	2,24	10,24	1,09	1,10
D	0,27	0,52	0,83	1,87	1,47	1,53
	0,19	0,50	1,47	0,24	2,82	4,48
	0,64	0,20	0,61	0,67	0,05	1,00
E	38,68	22,56	1,66	2,83	0,31	1,11
	0,35	2,23	2,03	8,96	1,26	1,88
	0,21	0,23	0,14	0,41	3,53	2,14

	f ρ	f ρ'	m ρ	m ρ'	F ρ	F ρ'
α	2,58	2,18	7,25	4,24	1,36	1,39
	4,67	2,45	1,79	0,65	1,35	4,81
	0,60	1,64	0,70	1,18	1,65	1,12
β	0,91	1,85	0,09	0,43	0,50	0,63
	7,30	16,72	0,65	0,83	0,97	1,32
	0,89	0,97	0,70	0,66	0,05	0,35
γ	2,64	1,09	2,57	4,11	0,82	0,52
	0,29	0,87	0,74	2,40	1,63	4,00
	0,56	0,55	0,27	3,35	1,79	1,33
δ	0,05	0,51	0,75	0,83	0,76	1,25
	0,89	0,16	0,91	1,12	0,24	2,68
	3,58	3,15	0,56	1,45	3,18	2,69
ε	2,53	1,68	0,03	0,73	0,15	0,28
	0,52	0,88	1,39	1,93	0,28	0,81
	3,00	1,72	0,22	0,80	0,45	0,40

TABLEAU 108

Rapports Snedecor (A+Eco) $\frac{M}{S}$ (Qu Sou, Com Sout)

M

	f			m			F		
	Δt	$\Delta t'$	ΔL	Δt	$\Delta t'$	ΔL	Δt	$\Delta t'$	ΔL
A	1,50	1,17	1,89	1,67	0,44	19,58	0,42	0,76	10,46
	0,50	2,03	1,57	0,70	0,19	0,32	0,25	0,16	3,06
	1,38	4,33	4,42	0,76	0,98	0,35	0,15	0,44	1,35
B	0,17	1,38	0,94	0,88	0,34	3,00	3,93	2,69	5,89
	0,37	1,65	1,27	0,34	0,98	0,25	2,00	3,36	1,03
	0,56	6,16	1,35	3,33	5,64	1,79	3,10	1,20	0,95
C	0,11	1,06	1,27	0,12	1,70	1,31	0,26	1,19	1,34
	0,88	6,11	1,56	0,99	0,53	2,14	0,53	0,74	1,24
	0,88	1,61	0,68	0,19	0,46	0,84	0,90	0,38	1,13
D	0,90	1,10	1,42	1,08	0,86	4,92	0,60	0,53	6,15
	8,25	2,79	9,25	3,32	1,70	3,83	0,50	0,37	5,44
	14,09	13,76	1,98	1,32	2,00	0,20	1,88	1,56	1,95
E	7,13	1,89	6,17	2,23	0,57	1,99	0,21	0,20	4,51
	0,95	0,38	1,24	2,66	1,07	2,01	0,12	0,25	1,72
	1,17	2,14	3,18	0,76	0,59	2,23	3,83	1,44	4,96

	f			m			F		
	Δr	$\Delta r'$	$\Delta \lambda$	Δr	$\Delta r'$	$\Delta \lambda$	Δr	$\Delta r'$	$\Delta \lambda$
α	1,24	0,46	0,66	1,39	1,40	0,69	3,67	0,78	0,08
	1,48	5,74	2,29	0,76	3,70	0,42	1,31	0,28	1,24
	20,85	9,54	5,04	5,07	5,76	30,34	0,34	0,48	0,79
β	1,14	0,38	1,09	1,81	4,71	10,12	1,74	1,37	4,00
	0,27	3,17	0,41	3,44	1,88	5,94	3,87	0,90	5,75
	9,05	5,81	1,64	0,28	1,77	1,07	1,80	0,68	2,87
γ	0,39	0,68	2,68	1,23	1,55	1,19	1,96	0,04	0,24
	0,24	0,11	0,45	2,46	0,38	1,65	0,49	1,50	2,47
	3,13	2,39	3,53	0,23	0,16	1,19	0,90	0,65	0,58
δ	0,11	0,32	0,48	2,08	5,37	0,46	1,86	0,15	1,26
	0,55	0,46	3,19	0,37	0,44	1,85	0,99	0,35	0,43
	2,33	3,90	7,44	0,60	1,59	1,00	5,04	1,52	2,92
ε	0,56	0,55	0,68	0,39	0,33	0,07	1,71	2,07	4,07
	5,53	9,04	11,58	1,56	0,74	1,56	1,02	1,70	1,58
	0,92	2,69	3,01	0,04	0,18	0,63	1,34	1,24	1,39

S

	f			m			F		
	Δt	$\Delta t'$	ΔL	Δt	$\Delta t'$	ΔL	Δt	$\Delta t'$	ΔL
A	0,19	0,92	3,45	12,46	4,63	149,48	1,07	0,30	4,93
	0,34	0,12	0,41	0,89	3,45	4,02	6,48	8,73	79,19
	0,45	4,16	2,71	2,03	2,07	2,05	0,80	0,19	2,52
B	0,81	2,23	5,89	1,37	0,95	0,62	0,30	1,30	3,20
	2,44	5,34	3,42	1,21	1,55	0,37	1,05	0,70	3,17
	1,97	0,23	1,30	0,10	0,14	0,65	3,13	1,60	10,21
C	0,60	1,58	0,14	0,85	0,55	1,10	1,57	0,18	1,44
	0,34	1,32	1,35	0,67	1,41	3,63	0,08	0,15	0,59
	0,50	1,23	0,79	2,35	14,87	6,24	0,68	1,37	2,00
D	0,42	0,36	3,21	3,44	0,06	2,11	5,39	0,77	6,43
	1,43	0,00	0,37	1,34	1,80	0,52	2,04	1,35	7,38
	2,09	1,07	1,17	0,99	0,93	1,04	0,07	0,82	2,15
E	10,63	7,58	88,95	0,79	6,56	3,88	2,40	1,18	5,12
	2,67	0,31	1,35	3,17	1,76	1,73	0,62	0,82	6,32
	0,73	0,83	0,08	0,32	0,41	0,77	3,38	3,49	22,42

	f			m			F		
	Δr	$\Delta r'$	$\Delta \lambda$	Δr	$\Delta r'$	ΔL	Δr	$\Delta r'$	ΔL
α	3,63	4,20	0,83	13,04	4,08	2,16	1,01	1,12	0,48
	1,40	1,77	5,53	3,71	7,85	3,85	0,41	0,61	1,18
	1,61	0,53	0,56	0,94	0,33	0,27	0,76	0,66	0,33
β	0,64	0,23	3,27	0,46	0,30	0,95	0,93	2,48	1,95
	2,92	0,88	22,63	0,20	1,37	1,73	0,74	0,33	2,41
	1,16	1,11	2,10	0,96	2,31	4,29	0,19	0,05	1,05
γ	2,73	2,24	1,30	3,94	2,69	1,50	0,95	1,71	1,35
	0,58	0,29	0,43	2,27	1,19	7,31	3,61	0,55	2,63
	3,41	0,83	0,84	6,92	2,27	1,47	0,63	1,28	1,28
δ	0,16	1,18	0,58	1,78	0,72	0,87	2,78	0,43	1,01
	0,92	0,33	0,76	2,18	1,03	1,13	0,49	0,82	1,8
	1,05	3,67	10,65	0,10	0,57	0,10	0,29	5,21	0,
ε	0,06	0,27	0,13	0,19	1,74	0,17	0,26	1,20	
	0,10	1,00	2,20	1,16	2,78	0,43	0,16	0,56	
	0,22	0,98	3,25	0,13	2,17	2,48	0,17	0,14	

TABLEAU 109

Rapports Snedecor A Eco 114 Com 114 Red

	A					Eco					114 Com					114 Red				
	R	R'	Δr	Δr'	ΔL	R	R'	Δr	Δr'	ΔL	R	R'	Δr	Δr'	ΔL	R	R'	Δr	Δr'	ΔL
A	1,87	0,55	0,22	0,12	22,74	3,49	0,63	1,18	0,48	60,55	0,51	0,98	1,12	0,60	1,400	0,39	0,77	0,34	0,81	8,21
	0,81	0,15	0,64	0,12	7,69	0,34	0,87	1,04	0,33	9,19	3,81	4,82	1,43	2,89	28,22	1,40	2,54	1,35	2,83	7,90
	1,02	0,74	2,73	3,45	36,10	0,53	1,29	0,37	1,32	3,54	0,31	0,05	0,74	0,56	2,38	0,44	0,97	0,62	1,05	4,54
B	1,08	0,92	1,05	1,21	10,59	0,51	1,71	0,51	1,41	11,03	1,40	0,93	0,14	1,37	4,98	0,29	0,54	0,41	0,17	6,13
	1,32	1,67	0,70	2,70	1,01	0,34	0,82	0,15	0,49	0,45	0,55	0,32	0,69	0,12	0,06	0,29	0,85	0,59	0,46	1,11
	0,34	0,73	1,88	1,27	4,28	0,42	0,77	0,15	0,13	2,55	0,89	0,21	0,05	0,35	0,06	0,26	2,82	2,04	4,84	2,25
C	0,48	0,29	0,53	1,34	1,60	3,22	0,39	1,24	0,72	3,24	1,02	0,24	0,23	0,06	1,01	1,84	0,81	3,61	2,43	4,06
	1,65	1,16	0,53	3,67	3,26	0,19	0,31	0,61	0,97	0,07	1,35	0,60	0,40	0,25	0,13	0,56	3,22	0,61	0,86	1,82
	1,39	1,48	0,88	0,98	1,55	1,18	2,65	1,12	1,24	1,86	0,47	0,82	2,11	0,81	0,91	0,90	1,26	0,23	1,64	1,53
D	4,15	0,27	3,12	1,47	40,59	0,15	0,91	1,34	0,81	13,94	3,89	0,66	2,45	1,87	8,84	2,91	1,62	0,91	1,25	32,04
	1,97	1,97	0,47	0,95	1,59	1,43	0,73	0,43	0,89	15,31	1,97	2,08	0,55	0,77	0,87	0,37	0,84	0,37	0,47	3,25
	1,48	0,22	2,03	1,48	3,52	0,56	0,14	0,82	0,58	1,29	7,94	0,84	2,86	0,76	0,41	0,54	0,83	2,36	1,42	3,95
E	0,63	0,26	0,64	0,60	10,67	0,49	0,48	0,19	0,41	6,06	9,68	4,18	3,60	1,81	12,55	0,15	0,46	0,28	0,92	3,17
	1,39	4,32	1,73	2,15	19,04	0,64	2,01	1,40	0,53	8,49	2,28	2,24	1,62	2,07	1,08	0,92	1,06	1,01	0,83	1,15
	3,25	2,40	3,90	1,86	7,77	2,55	2,54	2,39	3,39	18,76	1,10	1,34	1,05	1,28	1,18	3,48	3,17	0,95	2,83	9,33

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,31	1,84	2,86	0,64	0,93	2,22	2,91	2,37	3,05	6,22	2,78	4,11	0,50	1,43	2,17	4,76	1,03	0,19	0,98	1,65
	1,37	1,76	1,46	0,72	4,46	1,15	1,25	0,26	0,71	3,23	0,10	0,44	0,58	2,00	3,69	0,18	0,83	0,96	0,42	1,17
	0,94	0,80	0,19	0,04	0,52	4,21	1,51	4,47	7,85	32,09	0,27	0,98	0,63	0,52	0,74	1,44	2,88	2,53	1,48	3,18
β	0,92	3,28	3,87	4,09	6,65	1,20	0,88	0,37	0,22	3,47	0,63	2,14	0,60	0,68	1,97	4,33	2,25	2,22	7,41	13,46
	3,67	1,07	0,84	4,47	17,52	1,22	0,98	0,65	1,48	5,36	0,35	1,43	0,34	0,61	1,50	0,76	1,27	2,07	1,10	0,34
	1,04	0,86	1,28	1,06	9,97	1,62	3,77	0,55	5,72	15,53	0,51	1,11	0,89	1,09	5,05	0,78	0,45	0,49	0,72	1,16
γ	0,72	1,20	0,91	1,61	1,34	2,33	2,67	2,03	2,29	2,42	0,36	1,80	0,07	0,16	0,65	0,39	1,45	3,11	1,02	0,42
	0,76	2,19	1,02	2,00	1,22	3,54	0,86	0,56	0,87	3,88	1,64	1,66	0,03	3,82	1,28	3,27	2,86	3,52	4,16	13,93
	0,18	0,24	1,60	0,28	1,03	0,09	0,67	2,05	0,21.	0,10	2,74	1,40	0,35	0,82	0,84	0,19	0,89	0,75	0,56	1,53
δ	0,29	0,21	2,86	2,29	1,41	2,99	2,40	2,18	0,83	1,49	1,52	3,93	1,13	2,93	2,56	0,77	0,56	0,45	0,97	0,50
	2,22	2,77	2,41	0,14	1,27	0,69	0,85	1,09	0,74	3,03	1,63	0,77	1,79	0,96	3,03	0,65	2,37	1,39	0,66	2,95
	2,68	1,65	10,27	3,69	5,11	0,49	0,49	0,20	0,11	2,67	0,49	0,45	0,45	1,48	5,81	0,31	1,08	0,45	1,55	3,91
ε	0,83	0,48	0,05	0,60	2,22	0,31	0,29	0,81	1,40	5,63	0,76	0,29	0,72	1,02	1,89	0,25	0,83	0,53	0,48	4,99
	0,41	0,16	0,80	0,40	3,26	0,77	0,45	0,86	0,81	7,40	0,02	0,88	0,10	0,33	1,88	0,61	0,47	0,45	0,32	2,14
	0,11	0,87	0,70	0,81	0,60	0,44	0,85	0,87	0,78	3,20	0,68	1,89	3,01	1,06	0,69	1,90	1,36	1,69	0,16	

TABLEAU 110

Rapports Snedecor f. m. F.

f

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	0,42	0,47	0,33	0,29	9,38
	0,11	0,57	1,07	0,80	0,90
	0,60	1,11	1,21	3,90	0,96
B	0,46	0,27	0,15	0,70	3,50
	0,43	0,37	0,28	0,24	2,29
	0,26	0,09	0,10	0,48	1,32
C	1,03	1,54	1,94	2,31	0,61
	2,48	1,86	1,34	4,98	0,56
	1,01	0,82	0,26	1,65	0,54
D	0,72	0,99	1,18	0,75	5,48
	0,84	0,65	0,21	0,26	1,56
	0,78	0,39	0,37	0,97	0,33
E	1,69	1,45	1,05	0,68	5,94
	0,54	1,62	2,45	0,15	0,45
	1,19	0,85	0,35	0,86	0,74

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,15	0,62	0,95	1,18	0,72
	0,35	1,19	0,16	1,21	23,00
	2,13	0,21	1,09	1,08	4,18
β	0,73	0,77	0,79	0,35	1,61
	1,64	0,62	1,09	1,22	8,68
	1,01	1,07	0,42	0,99	6,70
γ	2,81	0,69	0,45	1,93	0,77
	1,41	2,50	1,95	1,82	3,30
	2,95	2,29	2,93	1,02	2,94
δ	0,52	1,10	0,47	0,04	0,35
	0,54	0,82	0,85	0,46	11,21
	2,12	0,92	1,40	2,88	5,40
ε	0,60	0,41	1,10	1,09	5,17
	1,94	1,20	7,14	0,71	38,60
	0,64	0,18	1,49	1,26	4,85

m

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	26,36	1,83	1,86	4,15	32,83
	1,76	1,43	0,60	0,13	7,43
	1,15	0,80	1,10	0,95	9,36
B	0,61	1,03	0,43	0,97	12,29
	2,42	2,49	0,41	4,23	3,84
	0,52	1,16	1,11	0,77	3,42
C	1,04	0,54	0,40	0,87	1,51
	0,45	0,27	0,17	0,59	0,42
	2,26	4,25	0,81	1,12	1,91
D	1,67	0,30	0,79	0,91	10,54
	1,65	0,14	2,45	1,88	3,49
	0,66	0,19	0,33	0,67	1,98
E	0,25	0,29	0,97	0,42	11,47
	2,85	1,28	2,45	1,53	14,31
	0,76	1,20	0,55	2,03	1,66

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,68	1,63	0,31	0,19	1,47
	0,78	0,76	0,39	1,24	2,97
	2,25	1,76	0,38	0,82	8,61
β	0,62	2,60	0,66	2,82	15,29
	16,24	5,34	12,94	12,85	13,33
	1,64	2,48	1,19	2,75	16,86
γ	1,29	1,17	1,17	1,71	1,19
	0,46	0,49	2,19	0,42	0,47
	0,94	2,22	3,06	0,65	0,44
δ	10,10	5,31	1,96	11,18	1,70
	4,54	14,96	24,24	12,45	15,00
	0,34	0,61	1,79	0,20	5,00
ε	0,18	0,21	0,42	0,59	1,39
	0,28	0,32	0,32	0,40	1,52
	0,53	0,26	0,94	1,34	2,06

F

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	1,20	0,45	0,51	0,44	18,36
	0,24	0,50	0,26	0,32	2,05
	0,09	0,16	0,64	0,32	9,55
B	3,80	4,14	1,72	3,43	37,06
	1,10	2,05	0,33	1,65	3,20
	0,41	3,60	3,68	1,22	10,61
C	0,57	1,18	0,42	0,83	1,97
	1,57	0,34	0,16	1,81	3,21
	0,71	0,64	1,09	0,54	1,31
D	0,43	0,95	1,32	0,83	24,97
	0,82	3,15	2,04	0,40	26,59
	0,06	0,53	0,47	1,36	11,34
E	0,68	0,60	0,48	0,15	6,89
	0,85	2,00	1,34	1,16	18,40
	10,63	1,87	3,17	7,60	40,55

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	1,69	0,74	3,01	0,64	0,33
	6,42	6,96	6,53	0,81	1,49
	0,47	0,53	0,70	0,49	0,39
β	2,45	3,61	0,39	1,71	4,67
	0,67	2,84	0,37	0,18	2,30
	0,28	0,51	0,84	0,36	1,15
γ	0,36	0,45	1,03	0,29	0,59
	1,74	0,42	0,91	0,67	0,82
	1,94	0,74	1,40	0,20	1,68
δ	1,05	0,70	3,71	1,90	2,55
	0,35	0,94	0,31	0,17	0,10
	0,81	0,37	0,65	0,44	0,02
ε	1,18	0,33	0,03	1,34	2
	1,10	1,26	0,18	2,25	2
	0,22	0,51	0,34	0,54	0,46

TABLEAU 111

x : amplitude
y : correction
z : qualité
—— F > 4 (≈ 0,10)
▬▬ F > 6,39 (≈ 0,05)

Rapports Snedecor
fin F Ouie normale

f

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	1,06	0,86	2,64	0,45	0,72
	3,63	1,78	2,62	1,61	0,99
	1,48	0,67	2,23	1,26	0,35
B	1,83	2,39	0,16	2,95	3,78
	0,52	2,26	1,47	2,36	1,57
	0,47	3,39	1,30	1,14	1,07
C	1,08	0,29	2,58	1,00	1,52
	3,17	0,78	8,82	1,21	2,95
	1,64	1,48	1,00	1,21	0,94
D	0,42	3,24	3,24	2,09	1,38
	2,78	1,41	0,72	0,24	2,09
	0,31	0,93	0,38	0,72	1,13
E	1,17	0,25	1,28	1,23	2,95
	2,36	3,04	5,31	2,13	3,04
	0,50	0,10	0,63	0,10	2,33

m

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
	3,37	6,33	8,99	6,33	4,26
	0,43	0,26	0,15	0,77	0,37
	1,18	3,69	0,64	1,54	3,33
	0,39	1,30	0,54	0,69	2,67
	0,76	13,83	0,21	0,39	2,47
	1,00	6,15	0,93	0,87	0,67
	3,51	1,75	7,16	5,79	5,79
	2,80	3,99	0,90	3,30	1,20
	1,78	2,55	0,37	2,09	3,66
	0,90	1,00	1,67	1,09	1,48
	3,46	5,92	1,39	0,36	4,65
	1,53	1,18	0,28	1,35	1,89
	4,04	1,89	2,61	5,84	8,70
	4,81	2,71	1,00	4,55	6,65
	4,01	0,42	0,85	2,72	10,31

F

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
	2,30	0,20	0,36	0,56	2,19
	0,52	1,44	1,22	1,25	4,40
	1,96	1,64	0,89	3,90	0,78
	0,92	0,51	1,90	0,96	5,70
	5,81	4,33	10,81	8,03	6,92
	1,24	0,70	1,08	0,59	2,13
	0,04	0,59	0,85	1,28	0,94
	4,28	1,26	1,05	2,18	6,13
	0,60	0,08	0,48	0,16	0,26
	1,93	1,11	1,70	1,46	8,22
	0,22	0,70	0,65	0,29	0,63
	0,77	1,22	0,80	2,72	0,13
	0,57	2,72	1,16	0,57	1,96
	5,60	2,98	7,03	4,80	6,23
	0,66	0,09	0,47	1,65	1,13

f

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,32	1,26	0,62	0,54	0,77
	0,38	1,92	0,38	0,89	1,61
	0,51	0,80	0,41	1,09	1,87
β	0,79	1,41	1,48	0,31	0,17
	1,54	0,06	0,72	0,47	0,47
	1,12	0,57	0,69	0,26	0,20
γ	0,83	0,59	0,51	1,56	1,08
	0,83	1,45	0,87	0,87	0,79
	0,65	3,60	0,30	0,66	1,90
δ	2,79	4,11	2,41	1,37	1,37
	0,55	0,64	0,59	2,07	0,82
	1,00	1,37	0,77	0,55	1,22
ε	5,62	1,00	0,71	3,07	0,81
	0,87	0,79	0,48	1,61	2,13
	6,16	4,18	3,66	2,40	3,03

m

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
	2,60	5,01	1,40	1,62	3,41
	1,00	10,69	5,09	2,06	11,75
	0,18	1,64	1,10	3,02	0,68
	0,86	1,53	0,60	0,13	1,20
	1,12	0,15	0,33	0,18	0,19
	1,30	0,39	2,67	0,69	1,15
	0,53	0,53	0,09	2,05	0,38
	0,51	5,99	3,21	1,86	2,82
	1,10	0,51	1,13	0,94	0,51
	1,29	0,26	1,07	0,33	0,26
	0,30	0,64	1,13	0,31	0,98
	2,35	1,81	1,00	1,27	0,46
	0,50	2,16	0,24	1,40	0,28
	2,51	5,41	2,39	7,04	8,20
	0,92	0,78	1,07	0,78	0,70

F

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
	1,81	2,49	2,35	0,59	1,95
	17,75	5,50	4,25	3,50	11,75
	0,69	1,36	7,10	1,79	4,47
	2,27	3,70	1,47	0,60	2,90
	1,15	0,10	0,17	0,96	1,00
	3,56	1,32	1,64	1,07	0,68
	1,50	12,23	21,69	23,76	10,75
	0,23	0,68	0,63	0,83	0,19
	1,64	4,41	4,83	3,87	2,70
	1,01	4,06	22,36	8,13	29,35
	0,21	0,35	0,48	0,39	0,07
	0,31	1,11	1,23	1,28	2,1
	0,66	0,44	0,41	0,32	1,1
	0,50	1,16	0,01	0,18	0
	1,34	0,81	1,64	0,35	2

TABLEAU 112

x : amplitude
y : correction
z : qualité

Rapports Snedecor fm F Ouïe perturbée

f

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	0,31	0,38	0,08	0,66	2,39
	0,84	0,43	1,11	2,12	0,86
	0,60	1,06	0,12	0,21	1,24
B	0,75	3,20	2,07	0,11	3,25
	0,69	0,32	0,23	0,25	0,86
	2,14	9,88	0,54	1,22	8,28
C	0,41	0,59	0,89	0,56	0,28
	0,25	0,07	0,25	0,49	0,49
	0,13	0,87	0,35	0,24	0,27
D	9,61	2,39	2,97	4,72	8,21
	33,30	5,61	6,38	37,92	13,46
	9,77	1,61	1,61	1,87	4,77
E	1,80	9,41	8,01	3,40	1,41
	0,61	0,09	0,62	0,09	1,79
	1,10	1,03	0,59	0,56	0,42

m

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	0,81	0,53	0,30	1,41	0,67
	2,48	1,48	1,34	10,59	3,02
	16,12	41,96	4,78	35,66	8,56
B	0,46	0,59	3,30	2,22	3,16
	0,85	1,10	0,34	1,10	0,41
	1,79	0,73	1,13	1,39	1,13
C	0,90	0,90	0,52	0,43	1,66
	0,24	0,04	0,20	0,22	0,52
	0,56	0,94	0,47	0,44	0,18
D	0,85	1,24	1,09	0,85	0,70
	3,59	3,40	3,59	3,59	2,53
	0,52	1,00	0,52	1,16	1,47
E	0,60	1,79	0,84	1,79	2,90
	1,65	10,56	4,91	5,13	15,78
	0,59	2,62	0,18	3,03	1,00

F

	R	R'	Δf	Δf'	ΔL
A	1,48	0,31	0,44	1,40	2,54
	0,60	0,56	1,92	0,07	4,24
	4,86	1,17	1,17	11,41	2,16
B	1,80	1,69	0,36	0,77	1,80
	0,35	0,80	0,43	0,35	0,46
	2,28	1,32	1,53	6,11	1,00
C	1,66	1,44	3,89	2,89	1,89
	2,08	3,02	2,35	0,86	3,16
	0,67	0,54	0,46	0,73	0,49
D	0,52	0,55	1,09	0,43	1,41
	0,07	0,60	0,53	0,60	1,15
	0,74	0,29	2,47	2,09	0,29
E	2,25	2,36	1,45	1,22	6,06
	1,57	3,12	1,51	1,24	1,84
	1,66	0,77	1,22	2,78	4,22

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	16,07	20,59	15,56	12,55	24,60
	2,45	2,77	3,74	9,01	1,08
	4,19	5,69	1,85	2,06	0,78
β	1,08	0,74	0,27	1,81	1,47
	0,95	1,59	1,42	0,82	1,04
	1,73	0,20	1,17	0,43	2,47
γ	0,92	0,48	1,14	0,35	1,00
	0,72	0,09	0,72	1,69	0,30
	1,63	0,12	0,12	0,66	0,80
δ	1,24	0,39	1,60	0,51	2,56
	1,06	0,51	3,01	4,75	1,48
	11,03	1,77	7,56	2,93	2,54
ε	2,62	0,53	0,53	0,25	0,39
	1,24	0,87	2,68	1,72	1,78
	12,41	6,01	2,95	2,39	1,83

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,33	2,75	0,75	0,21	1,06
	0,63	3,00	0,45	4,09	2,18
	6,45	11,48	3,10	6,87	8,97
β	15,53	4,16	0,37	6,69	4,16
	1,16	1,00	2,14	1,00	0,83
	1,03	0,92	1,27	0,41	1,19
γ	1,07	0,12	0,37	1,07	3,50
	0,56	4,01	1,77	0,22	1,00
	1,84	0,75	0,15	1,78	1,48
δ	1,23	0,76	1,35	1,70	0,76
	0,22	0,03	1,81	0,65	0,46
	0,91	1,26	0,65	0,22	1,08
ε	0,29	0,69	1,00	0,73	1,17
	0,04	0,64	1,38	0,42	0,61
	0,25	0,68	0,78	3,87	2,49

	ρ	ρ'	Δr	Δr'	Δλ
α	0,63	1,48	1,78	0,39	0,39
	6,78	5,53	6,00	1,46	5,37
	1,29	1,29	4,37	1,09	1,09
β	1,29	1,07	0,17	0,17	1,22
	4,11	1,58	2,68	2,62	1,77
	1,00	3,60	2,67	5,64	4,71
γ	1,49	2,14	0,40	1,81	3,66
	7,25	1,62	12,61	7,87	2,87
	0,92	1,23	2,07	1,23	2,77
δ	0,43	0,24	0,43	0,62	1,19
	0,78	0,08	0,59	0,92	0,71
	0,94	0,20	1,55	2,83	0,4
ε	0,34	3,08	2,74	0,82	2
	0,36	5,25	0,25	1,85	
	2,74	5,36	1,00	4,92	4

TABLEAU 113

Test de Student Fisher

$t_{29}^{0,05} = 2,07$

$t_{74}^{0,05} \simeq 2,00$

Ouïe normale

	M.S			Qu.Or			Sou.Rel			A.Eco		
	Ampl	Corr	Qual	Ampl	Corr	Qual	Ampl	Corr.	Qual	Ampl	Corr	Qual
A	-4,54	4,11	0,01	5,11	-1,10	-1,49	1,37	-1,25	-2,15	-1,18	-2,34	-0,57
B	-6,72	6,16	-9,42	-0,72	-6,86	8,88	-2,00	-5,07	-0,37	3,10	-3,99	-5,85
C	0,34	5,69	-3,97	1,54	-1,17	-2,22	-2,63	-2,15	-2,78	-1,14	-4,48	3,15
D	-4,51	3,92	-2,24	-1,17	-5,27	7,66	1,36	-1,59	0,48	6,63	1,22	-0,43
E	-5,65	3,06	-4,67	1,47	-6,80	4,37	3,18	0,30	-5,02	0,12	-3,00	-7,92
α	-2,15	4,23	-2,78	5,66	-4,76	-1,57	-4,25	-0,31	-2,49	5,07	0,74	0,29
β	-6,69	4,50	-7,18	8,30	-2,42	2,27	-2,20	-0,31	-5,50	0,69	-4,56	-4,12
γ	3,32	8,54	-7,90	2,26	-0,58	-2,34	-1,85	-2,35	0,85	-4,47	-6,62	3,14
δ	-8,34	6,50	-9,66	2,95	-2,90	5,08	-0,49	-3,26	-1,52	-6,39	-11,78	-2,80
ε	-6,15	1,90	-2,40	1,30	-4,83	6,76	2,54	-0,26	-5,66	3,52	-0,56	-10,30

Ouïe normale - Ouïe perturbée

	f	m	F	Tous niveaux
A	5,90	2,58	2,88	6,35
	0,08	-1,20	0,55	-0,13
	4,24	3,37	0,95	4,87
B	5,32	2,52	0,16	3,99
	-0,43	-0,64	2,88	0,82
	8,45	4,05	1,21	6,38
C	3,05	1,49	1,48	3,49
	-0,45	0,21	1,83	1,09
	2,63	3,46	2,62	4,98
D	7,91	2,72	2,90	6,91
	-1,33	2,23	0,27	0,84
	4,62	-1,99	2,73	3,35
E	5,83	-0,72	3,05	4,65
	-3,77	-0,66	1,36	-0,77
	4,26	3,31	4,08	6,79

	f	m	F	Tous niveaux
α	1,19	0,36	1,22	1,62
	-2,30	0,96	-0,32	-0,72
	1,32	1,89	4,08	4,26
β	3,67	1,44	0,58	3,21
	-1,73	1,75	0,27	0,19
	4,93	2,93	3,83	6,72
γ	4,80	-1,20	-0,66	1,26
	0,10	0,88	2,15	1,80
	4,57	2,32	0,45	3,98
δ	5,00	2,16	2,82	5,63
	-1,10	1,19	-0,07	0,14
	3,88	2,67	1,32	4,35
ε	3,89	-2,46	2,73	2,39
	-0,60	-0,28	2,77	0,81
	2,37	2,32	3,55	4,79

TABLEAU 114

Corrélations A Eco M S Qu Or Sou Rel

a : R (Ampl. Corr)
b : R (Corr, Qual.)
c : R (Ampl, Qual.)

		A M	A S	A Qu	A Or	A Sou	A Rel	Eco M	Eco S	Eco Qu	Eco Or	Eco Sou	Eco Rel
A	a	0,559	0,793	0,720	0,665	0,721	0,666	0,577	0,789	0,792	0,665	0,498	0,835
	b	-0,758	-0,662	-0,652	-0,675	-0,705	-0,421	-0,525	-0,717	-0,625	-0,403	-0,581	-0,701
	c	-0,696	-0,599	-0,517	-0,716	-0,719	-0,461	-0,182	-0,790	-0,562	-0,389	-0,386	-0,680
B	a	0,426	-0,186	-0,062	0,653	0,202	0,216	-0,145	0,641	0,029	0,200	0,443	0,059
	b	-0,371	-0,053	-0,128	-0,460	-0,256	-0,427	-0,176	-0,592	-0,667	-0,622	-0,361	-0,503
	c	-0,550	-0,368	-0,569	-0,389	-0,208	-0,353	0,410	0,437	0,115	-0,001	-0,116	0,249
C	a	0,413	0,479	0,262	0,018	0,183	0,152	0,487	0,177	0,489	-0,084	0,122	0,436
	b	-0,628	-0,592	-0,506	-0,272	-0,256	-0,439	-0,733	0,017	-0,404	0,079	0,106	-0,492
	c	-0,312	-0,376	-0,544	-0,152	-0,208	-0,578	-0,483	-0,299	-0,406	-0,212	-0,078	-0,514
D	a	0,654	0,209	0,255	0,532	0,544	0,327	0,406	0,670	0,561	0,453	0,533	0,529
	b	-0,548	-0,100	-0,430	0,007	-0,515	0,309	-0,293	-0,710	-0,502	-0,655	-0,501	-0,785
	c	-0,779	-0,141	-0,680	-0,374	-0,724	-0,483	0,113	-0,644	-0,157	-0,280	-0,377	-0,298
E	a	0,685	0,676	0,465	0,628	0,559	0,640	0,640	0,683	0,699	0,508	0,762	0,561
	b	-0,495	-0,170	-0,344	-0,236	-0,470	-0,128	-0,431	-0,674	-0,529	-0,376	-0,568	-0,606
	c	-0,608	0,134	-0,444	-0,181	-0,395	-0,071	-0,213	-0,680	-0,581	-0,258	-0,594	-0,813
α	a	0,267	-0,063	0,056	0,182	-0,028	0,391	0,502	0,501	0,373	0,342	0,619	0,428
	b	-0,028	-0,336	-0,293	0,130	-0,320	-0,180	-0,248	-0,644	-0,225	-0,331	-0,378	-0,357
	c	-0,063	0,028	0,214	-0,027	0,067	0,072	-0,112	-0,405	-0,341	-0,073	-0,239	-0,196
β	a	-0,068	0,210	0,412	-0,279	0,125	0,010	0,376	0,722	0,727	0,218	0,551	0,361
	b	-0,352	-0,318	-0,278	-0,351	-0,307	-0,221	-0,314	-0,730	-0,465	-0,283	-0,510	-0,520
	c	-0,190	-0,432	-0,386	-0,031	-0,198	0,088	-0,142	-0,701	-0,593	-0,259	-0,492	-0,339
γ	a	0,203	-0,097	-0,037	0,151	0,198	0,327	-0,394	-0,485	-0,418	-0,478	-0,356	-0,137
	b	-0,202	-0,296	-0,035	-0,087	-0,170	0,073	-0,130	-0,052	-0,108	-0,305	-0,183	-0,223
	c	-0,263	0,034	0,225	-0,335	0,080	-0,257	0,151	-0,426	-0,347	-0,132	0,087	-0,549
δ	a	0,172	0,263	0,053	0,287	0,116	0,204	0,533	0,061	0,439	0,382	0,537	0,296
	b	-0,405	-0,450	-0,475	-0,098	-0,348	-0,307	-0,320	-0,522	-0,508	-0,297	-0,539	-0,[illegible]
	c	-0,482	-0,187	-0,443	-0,164	-0,451	-0,387	-0,256	0,001	-0,281	-0,088	-0,184	-0,[illegible]
ε	a	0,320	0,740	0,617	0,074	0,437	0,492	0,497	0,547	0,365	0,520	0,613	[illegible]
	b	-0,267	-0,684	-0,517	-0,203	-0,388	-0,286	-0,178	-0,482	-0,283	-0,273	-0,093	[illegible]
	c	-0,438	-0,562	-0,565	-0,161	-0,433	-0,346	0,022	-0,547	-0,588	-0,066	-0,335	0

—— ≳ 0,500 — ≳ 0,700

TABLEAU 115

R (amplitude, correction)
R (correction, qualité)
R (amplitude, qualité)

Corrélations	A	Eco	114 Com	114 Rad
f				
m				
F				

	A			Eco			114 Com			114 Rad		
	f	m	F	f	m	F	f	m	F	f	m	F
A	-0,296	0,761	0,886	0,032	0,501	0,858	0,257	-0,113	0,450	-0,488	0,859	0,307
	-0,133	-0,661	-0,852	-0,574	-0,470	-0,677	-0,664	0,057	-0,611	-0,184	-0,559	-0,053
	0,494	-0,791	-0,768	-0,076	-0,440	-0,689	-0,037	0,338	-0,481	0,066	-0,496	-0,350
B	-0,503	-0,113	0,680	-0,489	0,409	0,848	0,248	0,362	0,127	-0,123	0,703	0,143
	-0,157	0,163	-0,568	-0,682	-0,594	-0,283	-0,478	0,160	-0,238	-0,103	-0,129	-0,160
	0,537	-0,683	-0,709	-0,559	-0,273	-0,448	-0,134	0,181	-0,099	0,104	-0,790	-0,300
C	0,053	0,077	0,503	-0,134	0,151	0,330	-0,030	-0,199	0,009	0,069	-0,092	0,497
	-0,593	-0,084	-0,595	-0,117	-0,507	-0,196	-0,420	0,155	0,153	-0,404	0,331	-0,268
	-0,011	-0,590	-0,280	0,096	-0,569	0,020	0,120	0,152	-0,235	0,329	[illegible]	0,367
D	-0,235	0,445	0,671	-0,253	0,443	0,850	-0,024	-0,207	-0,023	-0,052	0,702	0,701
	-0,263	-0,217	-0,588	-0,358	-0,329	-0,806	-0,133	-0,408	0,260	-0,173	-0,574	-0,601
	0,492	-0,514	-0,763	0,180	0,045	-0,731	-0,014	0,082	0,107	0,113	0,369	-0,501
E	0,042	0,504	0,750	0,098	0,803	0,626	-0,052	0,456	0,586	-0,554	0,740	0,459
	0,058	-0,420	-0,613	-0,106	-0,810	-0,810	0,175	0,082	-0,486	0,138	-0,798	-0,577
	0,171	-0,455	-0,524	0,300	-0,308	-0,636	0,109	0,108	-0,429	0,204	-0,618	-0,714
α	-0,098	0,221	0,129	0,502	0,413	0,453	-0,046	0,319	-0,001	0,442	0,329	-0,352
	-0,143	-0,261	-0,289	-0,438	-0,[illegible]	-0,274	-0,130	0,143	-0,046	-0,442	-0,664	-0,598
	0,251	-0,123	-0,384	0,089	-0,624	-0,279	-0,217	0,024	0,186	-0,239	0,253	0,290
β	-0,302	0,150	0,135	0,319	0,430	0,525	0,177	-0,024	0,199	0,154	-0,266	-0,255
	-0,460	-0,031	-0,439	-0,701	-0,606	-0,527	-0,303	0,423	-0,390	-0,333	0,155	-0,117
	-0,035	-0,216	-0,420	-0,181	-0,655	-0,448	-0,318	0,301	0,630	0,008	-0,449	-0,182
γ	0,011	0,254	0,161	-0,069	-0,281	-0,133	0,167	0,019	-0,218	0,264	0,315	0,268
	-0,210	-0,252	-0,226	-0,140	-0,339	-0,039	-0,572	0,046	-0,081	-0,287	0,082	-0,181
	0,147	0,120	-0,548	-0,054	0,086	-0,465	0,169	-0,200	0,148	-0,085	0,101	0,258
δ	-0,010	-0,089	0,419	0,333	0,502	0,216	0,237	0,107	0,096	0,131	0,314	0,289
	-0,242	0,023	-0,560	-0,563	-0,748	-0,269	-0,719	-0,250	0,046	0,718	-0,393	-0,372
	0,079	-0,482	-0,610	0,055	0,399	0,293	-0,130	0,058	-0,209	0,187	0,015	-0,416
ε	0,139	0,009	0,776	0,449	0,306	0,377	0,422	0,283	0,214	0,261	0,580	0,254
	-0,517	-0,282	-0,317	-0,411	-0,507	-0,251	-0,486	-0,087	-0,411	0,029	0,2[illegible]	
	-0,361	-0,614	-0,273	-0,015	-0,645	-0,270	-0,435	0,141	-0,297	0,007	-0,[illegible]	

—— ≥ 0,500 —— ≥ 0,700

TABLEAU 116

R (ampl., corr.)
R (corr., qual)
R (qual, ampl.)

Corrélations (A + Eco) $\frac{M}{S}$ (S Qu Sou Com)
Moy Géné.

	M			S			Moy Géné
	f	m	F	f	m	F	
A	-0,327	0,237	0,792	0,176	0,571	0,475	0,845
	0,143	-0,414	-0,753	0,156	-0,620	-0,467	-0,768
	0,287	-0,000	-0,669	0,546	-0,628	-0,293	0,741
B	-0,386	0,194	0,051	-0,528	-0,038	0,082	0,364
	-0,276	-0,389	-0,341	-0,008	-0,080	-0,707	-0,410
	0,386	-0,356	-0,116	0,249	-0,122	0,028	-0,323
C	-0,000	0,095	0,378	-0,028	-0,067	0,067	0,434
	-0,181	0,292	-0,342	-0,026	-0,477	-0,345	-0,492
	-0,228	-0,537	0,106	-0,355	-0,046	0,058	-0,389
D	-0,284	0,178	0,830	-0,427	0,378	0,355	0,722
	-0,531	-0,253	-0,529	-0,510	-0,517	-0,511	-0,499
	0,213	-0,200	-0,508	0,099	-0,566	-0,332	-0,627
E	-0,232	0,606	0,712	0,460	0,088	0,463	0,849
	-0,038	-0,475	-0,526	-0,266	0,013	-0,712	-0,690
	-0,288	-0,219	-0,442	0,040	-0,275	-0,417	-0,643
α	-0,033	0,067	0,051	0,299	0,189	-0,084	0,559
	0,238	-0,204	-0,362	-0,030	-0,414	-0,502	-0,459
	0,088	-0,364	-0,324	0,029	-0,580	0,195	-0,107
β	-0,216	0,434	0,414	0,179	0,012	0,173	0,521
	0,104	-0,392	-0,394	-0,397	-0,285	-0,662	-0,774
	-0,137	-0,199	-0,216	-0,362	-0,177	-0,219	0,362
γ	-0,014	0,021	-0,009	0,098	-0,326	-0,050	0,246
	-0,196	-0,385	0,430	-0,169	0,243	-0,560	0,006
	0,201	-0,102	-0,616	-0,236	-0,419	0,383	0,145
δ	-0,226	0,206	0,358	0,250	0,161	0,147	0,568
	-0,214	-0,198	-0,249	0,000	-0,484	-0,534	-0,586
	0,488	-0,499	-0,090	-0,084	-0,371	0,060	-0,26
ε	0,033	-0,082	0,715	-0,044	0,397	0,361	0,76
	0,002	-0,180	-0,267	-0,201	-0,405	-0,640	0,1
	-0,493	-0,231	-0,328	0,286	-0,220	-0,125	-0,4

TABLEAU 117

R (ampl. correc) = Rxy
R (corr. qual) = Ryz
R (qual. ampl) = Rzx

Corrélations A Eco 114 Com Red f. m. F

	A	Eco	114 Com	114 Red	f	m	F
A	0,776	0,816	0,320	0,562	-0,290	0,812	0,393
	-0,768	-0,699	-0,632	-0,155	-0,201	-0,698	-0,848
	-0,749	-0,613	-0,167	-0,483	0,112	-0,719	-0,824
B	0,235	0,239	0,362	0,507	-0,600	0,387	0,642
	-0,176	-0,554	-0,205	-0,489	-0,499	-0,402	-0,456
	-0,539	0,060	-0,056	-0,439	0,715	-0,479	-0,744
C	0,387	0,306	-0,147	0,199	-0,089	-0,021	0,581
	-0,633	-0,253	-0,080	0,070	-0,509	-0,317	-0,502
	-0,364	-0,351	0,008	-0,576	0,009	-0,634	-0,203
D	0,539	0,654	-0,057	0,809	-0,315	0,537	0,896
	-0,305	-0,605	+0,042	-0,621	-0,266	-0,299	-0,786
	-0,681	-0,381	+0,433	-0,614	0,244	-0,390	-0,813
E	0,773	0,794	+0,254	-0,013	0,013	0,801	0,810
	-0,386	-0,660	0,270	-0,111	-0,045	-0,523	-0,853
	-0,450	0,634	0,431	-0,749	0,171	-0,499	-0,694
α	0,191	0,647	+0,321	0,255	0,208	0,359	0,507
	-0,098	-0,391	-0,094	-0,695	-0,526	-0,383	-0,284
	0,167	-0,368	-0,420	0,012	0,170	-0,511	-0,150
β	0,100	0,646	0,233	0,013	0,156	0,374	0,513
	-0,439	-0,660	-0,596	0,041	-0,764	-0,559	-0,560
	-0,249	-0,600	-0,281	-0,415	-0,249	-0,608	-0,496
γ	0,140	-0,573	0,229	0,084	0,056	0,202	0,098
	-0,044	0,042	-0,403	0,119	-0,378	-0,201	0,092
	0,102	-0,340	-0,299	0,160	0,357	0,213	-0,466
δ	0,274	0,506	0,217	0,236	0,310	0,180	0,323
	-0,435	-0,604	-0,456	0,067	-0,477	-0,673	-0,424
	-0,465	-0,225	-0,198	-0,150	0,226	-0,445	-0,139
ε	0,579	0,610	0,435	0,537	0,529	0,233	0,763
	-0,340	-0,325	-0,343	-0,126	-0,628	-0,503	-0,5[illegible]
	-0,428	-0,357	-0,095	0,226	-0,261	-0,633	-0,[illegible]

TABLEAU 118

Modulations utilisées pour les essais de compression selective $x\downarrow\uparrow$ $y\downarrow$ $z\uparrow$

MOD	GENRE	Id	TD	TS
A	Ouverture magique de Brahms (Symph.)	52	145 435	253441
B	Concerto pour piano et orch. Prokofiev (Piano)	48	135 455	353223
C	Lieder de Mahler (D.Fisch. Diesk) (chant H)	32	114 334	243 134
D	"Ce sont les lapins qui ont été atomné" (Parole H)	49	054 525	243233
E	Cathie de Heilbronn (Dramatique bruit)	52	154 545	143 133
F	Ouverture de Coriolan (Beeth) (Symph)	52	043 455	253223
G	Le sacre du Printemps (Stv) (Symph)	46	244 444	253 333
H	Grace Bumby (recital) (chant F)	51	344 534	154 334
I	"Amsterdam" (Chant H)	50	055 525	243 344
J	Orgue "104" (orgue)	46	023 303	243 442
K	Concerto pour 2 trompettes et cors (Vivaldi) (Symph.)	41	234 534	143 353
L	"Barcause pour endormir un marin ivre" (chant F)	40	124 434	443 133
O	Musique d'Erich Zahn (Cl. Ballif (Symph)	46	032 555	253 334
P	Concerto piano. orch. (Prokofiev) (piano)	39	235 434	354 222
Q	Joan Sutherland (chant)	38	034 434	253 223
R	Poémes St J. Perse (Parole F)	50	053 525	223 333
S	A vos risques et perils (Variété dramatique)	52	054 545	244 244
T	Trompes de chasse (bruitage)	35	044 452	143 453
U	Symphonie Fantastique (Symph.)	51	054 555	243 234
V	Maitrise de l'O.R.T.F. (Chant F)	44	043 534	143 434
W	Claude Bolling (Jazz. Pop)	54	055 535	253 233
X	Quatuor cordes (chambre)	38	144 344	053 433
Y	Ouv. Tannhaüser (Symph.)	36	044 313	243 333
Z	Rhapsodie pour Dorothée (chant H)	46	054 424	243 244

TABLEAU 119

MOYENNE GENERALE

Amplitude	Qualité	Force Moy	Forts	Faibles	Brillant	Δ niveau Moy.	Δ Forts	Δ Faibles		Amplitude	Qualité	Force Moy	Forts	Faibles	Brillant	Δ Niveau Moy	Δ Forts	Δ faibles
12,8	11,1	11,7	13,8	8,6	11,8	-0,18	-0,37	0,16		10,8	10,2	10,5	12,2	7,8	9,2	0,06	-0,07	0,26
13,7	11,2	12,3	14,7	8,5	12,8	-0,20	-0,40	0,23	O	11,3	10,5	10,4	12,0	7,4	9,6	0,07	-0,07	0,28
13,4	11,3	12,3	14,5	8,7	12,5	-0,27	-0,47	0,13		11,1	10,4	10,7	12,4	7,8	9,6	0,04	-0,15	0,13
10,3	11,8	11,0	12,0	9,4	11,7	0,03	0,13	0,01		12,1	12,5	11,7	13,1	8,8	12,7	0,00	-0,08	0,18
10,1	11,8	10,9	11,9	9,2	11,7	0,06	0,12	0,06	P	12,4	11,9	11,7	13,5	8,3	12,6	-0,02	-0,18	0,31
10,5	11,9	11,2	12,1	9,4	11,9	-0,02	0,10	0,01		12,2	12,4	11,8	13,3	8,5	12,6	-0,07	-0,12	0,23
11,3	11,2	11,2	12,4	9,1	11,0	0,02	0,01	0,06		12,7	11,8	12,2	13,7	9,5	12,4	-0,22	-0,41	0,01
10,8	11,4	11,4	12,3	9,2	11,1	0,04	0,13	0,13	Q	12,4	11,5	11,9	13,4	9,5	12,7	-0,12	-0,32	0,08
11,0	11,0	11,0	12,2	9,0	10,4	0,15	0,12	0,17		12,3	11,8	11,8	13,2	9,5	12,4	-0,06	-0,25	0,08
7,8	11,4	11,4	11,3	10,1	10,3	-0,02	0,11	-0,02		7,8	10,3	10,6	11,2	9,0	9,0	-0,02	0,11	-0,09
8,3	11,4	11,4	11,4	9,6	10,6	0,02	0,13	0,03	R	8,0	10,7	11,1	11,7	9,3	8,9	-0,02	0,08	-0,08
8,3	11,6	11,6	11,6	10,0	10,7	-0,08	0,05	-0,13		8,0	10,6	10,8	11,2	9,0	8,7	-0,04	0,10	-0,13
12,7	11,2	11,2	13,7	8,9	11,0	-0,16	-0,26	0,06		11,7	10,4	11,1	12,3	8,6	10,1	0,00	-0,09	0,08
12,9	11,1	11,1	13,8	8,6	11,1	-0,07	-0,25	0,21	S	11,8	10,8	11,0	12,5	8,7	10,1	0,00	-0,11	0,11
12,9	11,0	11,0	14,2	8,8	11,0	-0,12	-0,32	0,07		11,6	10,8	11,4	12,9	9,1	10,4	-0,02	-0,11	0,06
13,5	10,6	10,6	14,0	8,4	11,1	-0,17	-0,30	0,12		10,9	9,9	11,1	12,3	7,5	10,0	-0,01	-0,06	0,13
13,7	10,6	10,6	14,5	8,0	11,9	-0,16	-0,36	0,25	T	11,7	10,3	11,9	12,9	7,4	10,4	-0,19	-0,16	0,26
13,6	10,5	10,5	14,3	8,1	11,3	-0,13	-0,40	0,24		11,1	10,0	11,4	12,4	7,5	10,1	-0,07	-0,16	0,17
11,4	9,9	12,1	13,9	10,1	10,8	-0,21	-0,20	-0,05		13,8	11,7	13,0	15,0	8,9	12,8	-0,27	-0,46	0,27
11,6	10,0	11,9	13,5	9,6	11,0	-0,17	-0,20	-0,03	U	13,2	11,9	12,3	14,3	8,7	12,7	-0,19	-0,44	0,27
11,4	9,8	12,0	13,5	9,9	10,7	-0,21	-0,17	-0,03		13,2	11,7	12,5	14,4	9,3	12,7	-0,25	-0,47	0,21
13,2	10,2	11,9	14,5	9,1	10,6	-0,15	-0,48	0,12		12,2	11,9	11,2	12,7	8,9	11,7	0,00	0,01	0,22
12,7	9,8	11,3	14,0	9,1	10,3	-0,12	-0,40	0,07	V	11,9	11,2	11,0	12,2	8,6	11,5	0,07	-0,03	0,25
13,2	10,0	11,6	14,3	9,0	10,7	-0,13	-0,47	0,11		12,0	11,8	11,4	12,7	8,7	11,7	-0,01	-0,16	0,12
10,1	11,7	11,1	11,8	9,9	11,8	0,02	0,19	-0,05		11,1	12,6	11,5	12,5	9,5	13,4	0,10	-0,17	0,12
10,0	11,6	11,1	11,9	9,8	11,8	0,00	0,05	-0,08	W	10,3	12,8	11,2	12,1	9,6	13,4	0,08	0,13	0,11
10,2	11,9	11,1	12,1	9,7	12,1	0,00	0,14	0,01		10,8	13,2	11,7	12,5	10,0	13,8	0,05	0,01	0,00
10,1	10,8	12,0	13,0	10,6	11,3	-0,20	-0,14	-0,17		11,7	12,3	11,1	12,7	8,6	12,5	0,07	-0,10	0,17
10,1	10,7	11,7	13,2	10,1	11,6	-0,12	-0,11	-0,04	X	12,0	12,5	11,3	12,9	8,8	12,7	0,08	-0,04	0,17
10,6	10,8	11,7	12,0	9,8	11,4	-0,10	-0,08	-0,06		12,2	12,1	11,2	13,2	8,9	12,7	0,03	-0,30	0,21
11,2	11,7	11,2	12,6	9,3	12,4	0,01	0,05	0,01		11,5	11,4	12,5	14,0	10,6	12,6	-0,17	-0,27	-0,07
11,1	11,9	11,4	12,3	9,1	12,4	-0,02	0,11	0,08	Y	12,4	11,8	12,4	14,1	9,6	13,1	-0,11	-0,32	0,1
10,9	12,0	11,4	12,6	9,7	12,6	-0,04	0,09	0,09		12,4	12,0	13,2	14,7	10,8	13,1	-0,33	-0,59	-0,06
10,1	10,9	10,1	11,4	8,0	10,1	0,12	0,10	0,34		10,1	11,3	11,1	12,0	9,8	11,3	0,06	0,01	
10,8	11,4	10,2	11,6	8,0	11,0	0,10	0,10	0,31	Z	10,3	11,3	11,8	12,8	10,6	12,0	-0,11	-0,11	-0
10,2	11,0	10,0	11,5	8,1	10,2	0,17	0,09	0,42		10,5	11,6	11,7	12,6	10,3	11,9	-0,01	-0,13	

TABLEAU 120

Studio A | Mono Stéreo

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force Moy.		Forts		Faibles		Brillant		Δ niv Moy		Δ forts		Δ faibles	
A	12,9	13,6	10,2	12,4	11,4	11,6	13,8	13,9	8,5	8,6	10,6	13,0	-0,23	-0,09	-0,67	-0,25	0,22	0,20
	14,4	13,8	10,2	12,2	12,2	12,4	15,2	14,8	8,2	8,8	12,6	13,6	-0,26	-0,06	-0,57	-0,23	0,24	0,24
	14,0	13,5	10,6	11,9	12,5	12,4	14,5	15,0	8,6	8,8	12,6	13,3	-0,37	-0,13	-0,67	-0,28	0,07	0,13
B	9,8	10,8	11,7	11,7	10,7	11,0	11,5	12,5	9,8	9,2	11,9	11,3	-0,08	0,03	0,05	0,16	-0,08	0,06
	9,5	10,9	12,4	11,4	10,8	10,8	11,7	12,6	9,8	9,4	11,9	11,3	-0,07	0,12	0,00	0,14	0,01	-0,01
	10,0	10,3	12,2	11,3	11,3	11,0	11,8	12,5	9,8	9,4	12,0	11,7	-0,13	0,10	-0,09	0,10	-0,01	-0,05
C	11,6	11,2	10,6	11,8	11,0	10,8	11,8	12,6	9,4	8,7	10,6	11,6	-0,11	0,02	0,13	-0,03	0,04	0,10
	10,5	10,3	10,4	11,5	10,7	10,9	11,9	12,6	9,2	9,0	10,7	11,6	-0,12	0,11	0,02	0,23	0,15	0,03
	10,9	10,6	9,5	11,2	10,8	10,5	12,2	12,2	9,5	8,6	9,1	10,9	0,09	0,10	0,11	0,20	0,15	0,06
D	7,3	7,5	12,0	10,9	11,2	11,0	10,7	11,8	11,1	9,9	10,4	10,6	-0,15	0,03	-0,02	0,23	-0,07	0,03
	8,0	8,0	11,8	10,8	11,3	10,9	10,7	11,7	9,8	9,3	10,9	10,7	-0,09	0,18	0,10	0,16	-0,01	0,04
	7,9	7,9	11,7	11,3	11,6	10,8	11,3	11,8	10,9	9,6	10,1	11,0	-0,22	-0,01	0,00	0,19	-0,31	-0,12
E	13,2	13,0	11,3	11,6	11,5	11,6	13,9	14,1	9,3	8,0	11,4	11,3	-0,33	-0,06	-0,44	-0,09	-0,07	0,17
	13,0	13,4	11,2	11,6	11,1	11,6	14,0	14,3	9,0	7,7	11,2	11,1	-0,06	0,02	-0,41	-0,16	-0,01	0,29
	13,3	13,6	10,8	11,7	11,8	11,7	14,5	14,4	9,3	8,0	11,4	10,4	-0,21	-0,02	-0,49	-0,27	-0,31	0,12
F	14,0	13,6	9,8	11,3	11,8	12,0	12,3	14,6	8,4	8,4	10,7	11,8	-0,27	-0,13	-0,45	-0,23	-0,02	0,08
	14,7	14,1	9,8	11,7	12,0	12,2	15,2	14,8	7,8	7,7	11,5	13,1	-0,29	-0,03	-0,62	-0,13	0,21	0,42
	13,9	14,1	9,6	11,3	12,2	12,3	14,6	14,9	8,4	7,9	10,7	12,3	-0,32	-0,03	-0,71	-0,23	0,15	0,31
G	12,7	10,8	9,4	10,3	12,0	11,9	13,9	14,0	11,0	9,9	10,6	11,2	-0,32	-0,12	-0,32	-0,16	-0,10	-0,09
	11,2	11,1	9,4	10,5	11,9	11,6	13,2	13,6	9,9	9,6	10,5	11,2	-0,23	-0,13	-0,26	0,02	-0,04	0,02
	10,6	11,3	9,7	9,9	12,3	11,8	12,9	13,8	10,6	9,7	10,1	10,4	-0,26	-0,22	-0,26	-0,13	0,03	0,03
H	14,4	13,3	9,6	10,6	12,3	10,6	15,3	14,6	9,5	8,9	10,8	11,0	-0,30	-0,07	-0,78	-0,47	0,03	0,28
	12,9	12,4	9,5	10,0	11,6	10,0	14,4	14,4	9,6	8,4	9,9	11,1	-0,25	-0,14	-0,50	-0,48	0,03	0,02
	13,7	13,3	9,8	9,8	11,4	10,0	14,5	14,6	9,1	9,1	10,2	10,8	-0,18	-0,21	-0,78	-0,28	0,07	0,08
I	10,0	10,4	11,8	11,5	11,3	10,7	11,4	12,0	10,7	9,4	11,7	12,2	-0,15	0,06	0,17	0,15	-0,07	-0,03
	10,0	10,0	11,2	11,1	11,2	11,0	11,6	12,3	10,3	8,6	11,8	11,9	-0,17	0,12	-0,03	0,20	-0,23	-0,12
	10,2	10,0	11,5	12,2	11,2	11,2	12,0	12,4	10,3	9,7	12,0	12,4	-0,13	-0,01	0,12	0,21	-0,08	-0,01
J	9,9	9,6	10,3	11,6	12,1	12,0	12,7	13,5	11,1	10,6	10,6	12,2	-0,33	0,03	-0,28	-0,03	-0,31	-0,22
	9,8	9,8	9,9	11,4	11,9	11,8	13,6	13,3	10,4	10,4	10,9	12,4	-0,22	0,02	-0,19	0,00	-0,18	-0,07
	10,9	10,0	10,4	10,9	11,9	11,6	13,2	12,9	10,1	9,8	10,7	11,6	-0,28	0,06	-0,22	0,07	-0,19	0,10
K	11,5	11,0	11,6	11,8	10,9	11,2	12,4	13,0	9,3	9,2	12,8	12,2	-0,12	0,12	-0,03	0,06	-0,04	0,15
	11,0	11,4	12,1	12,0	11,6	11,1	11,6	12,6	9,0	9,1	13,0	12,4	-0,16	0,11	-0,03	0,20	0,06	0,02
	10,6	10,9	12,2	12,2	11,3	11,3	11,8	12,8	9,9	9,3	12,8	12,4	-0,06	0,03	0,19	0,08	-0,01	0,23
L	9,8	10,1	10,6	11,2	10,0	10,3	11,0	12,0	7,7	7,8	9,6	11,8	0,12	-0,03	0,13	0,00	0,41	0,13
	10,9	10,8	11,0	11,8	9,3	10,1	10,5	12,1	7,9	7,3	10,8	12,5	0,00	0,14	-0,08	0,22	0,27	0,30
	10,0	10,4	10,0	11,0	9,7	9,9	11,0	11,9	7,4	7,8	9,4	11,6	0,20	0,14	0,07	0,06	0,53	0,4

TABLEAU 121

Studio A	Mono Stéréo

Modulations de 0 à Z

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL Moy		ΔL Forts		ΔFaibles	
O	10,5	10,6	10,0	10,3	10,4	10,3	12,4	12,0	7,6	7,6	8,9	9,1	0,01	0,05	-0,33	-0,10	0,42	0,32
	10,9	11,8	10,3	11,2	10,8	10,4	11,8	12,4	7,7	6,5	9,6	9,9	-0,03	0,05	-0,12	-0,13	0,30	0,33
	11,2	11,2	10,2	10,7	10,7	10,8	13,0	12,3	7,6	7,2	9,7	9,7	0,13	0,06	-0,43	-0,02	0,29	0,26
P	12,2	10,9	13,0	13,0	11,8	12,0	13,2	13,0	8,8	8,8	13,1	12,4	-0,11	-0,13	-0,07	0,00	0,18	0,29
	12,6	12,6	11,7	12,2	12,0	11,5	14,0	13,2	8,2	8,3	13,0	13,0	-0,17	0,18	-0,24	0,06	0,47	0,35
	12,6	12,6	12,3	13,3	12,2	11,7	14,1	13,8	8,6	8,0	12,8	13,4	-0,15	0,03	-0,43	0,10	0,35	0,23
Q	12,7	12,7	11,8	12,2	11,8	12,2	14,0	14,0	9,1	9,6	12,5	12,2	-0,51	-0,18	-0,68	-0,30	0,15	0,03
	12,0	13,2	11,0	12,2	11,0	12,2	13,7	13,5	10,0	8,9	11,6	12,6	-0,30	-0,07	-0,58	-0,17	-0,03	0,23
	11,9	12,9	11,6	11,7	11,6	11,7	13,5	12,9	9,6	9,5	12,1	12,5	-0,18	-0,06	-0,45	-0,16	-0,11	0,19
R	8,1	8,9	8,1	10,4	10,8	10,6	11,6	11,2	8,8	7,5	9,0	8,0	-0,18	-0,13	0,06	-0,16	-0,14	0,13
	8,6	8,8	8,6	11,7	11,5	11,6	12,2	11,7	9,2	8,3	9,4	8,6	-0,07	-0,10	-0,08	-0,08	-0,15	0,03
	8,7	9,0	8,7	11,0	10,9	11,0	12,0	11,4	8,8	7,6	9,2	8,6	-0,33	0,01	-0,07	0,02	-0,18	0,01
S	11,8	12,0	11,8	10,9	11,4	11,0	12,9	12,3	8,8	8,6	9,7	10,7	-0,14	0,00	-0,28	-0,08	-0,05	0,13
	11,3	11,7	11,3	10,8	10,9	11,1	12,2	12,8	8,2	8,6	10,0	10,4	0,00	-0,03	-0,33	-0,13	0,28	0,14
	11,6	12,0	11,6	11,1	11,8	11,5	13,2	13,2	9,1	9,3	10,7	10,8	-0,14	-0,04	-0,35	-0,15	-0,01	-0,04
T	11,4	11,4	11,4	10,1	11,0	11,1	12,8	12,0	7,8	7,5	10,7	10,0	-0,08	0,07	-0,20	-0,10	0,25	0,07
	12,0	12,0	12,0	11,0	12,2	12,2	13,2	13,2	7,9	6,8	10,6	10,6	-0,29	-0,12	-0,33	-0,08	0,33	0,19
	11,6	11,5	11,6	9,6	11,6	11,4	12,6	12,3	8,0	6,8	10,9	9,8	-0,21	-0,03	-0,26	-0,13	0,06	0,21
U	13,8	13,9	11,9	11,8	13,2	12,9	15,0	15,2	8,3	8,9	12,9	13,0	-0,44	-0,22	-0,72	-0,28	0,32	0,40
	13,0	13,4	11,3	13,0	12,0	12,6	14,2	14,3	7,9	8,1	12,4	13,0	-0,43	0,02	-0,77	-0,18	0,40	0,48
	13,0	13,0	11,8	12,2	12,6	12,8	14,6	14,4	8,6	8,8	13,3	12,8	-0,39	-0,08	-0,65	-0,17	0,17	0,35
V	12,6	12,6	11,5	12,3	11,2	11,4	13,1	12,9	8,1	8,6	11,0	12,0	-0,22	0,11	-0,38	0,19	0,14	0,39
	11,9	12,0	10,9	11,1	11,1	10,8	12,4	12,1	8,4	8,2	11,9	11,8	-0,03	0,29	-0,09	-0,07	0,28	0,42
	12,3	11,9	11,2	11,9	12,1	11,4	13,4	12,7	8,8	7,9	11,3	11,3	-0,22	0,16	-0,49	-0,01	0,16	0,31
W	11,4	11,8	12,2	13,3	11,3	11,9	12,6	12,8	9,1	9,6	13,2	14,0	0,05	0,25	-0,28	0,30	0,24	0,19
	10,6	10,6	12,6	13,8	11,3	11,5	12,4	12,3	9,3	10,2	13,5	14,4	0,02	0,21	0,08	0,16	0,10	0,19
	11,3	11,6	13,0	14,0	11,6	12,2	12,5	12,5	9,7	10,2	13,7	14,7	-0,06	0,20	-0,03	0,07	-0,01	0,08
X	12,6	11,8	11,8	12,5	11,0	11,3	13,1	12,4	8,2	8,4	12,8	12,5	0,08	0,08	-0,33	-0,04	0,22	0,30
	11,6	12,4	12,1	12,9	10,9	11,6	13,1	13,1	8,1	9,0	12,5	13,5	0,08	0,12	-0,09	0,03	0,24	0,21
	12,5	12,1	12,3	11,8	11,1	11,8	13,3	12,8	9,0	8,3	13,2	12,3	0,03	0,13	-0,27	-0,15	0,40	0,13
Y	10,9	12,3	11,3	11,0	12,9	13,8	14,0	14,1	11,0	10,9	13,3	11,6	-0,33	-0,14	-0,37	-0,22	-0,28	0,08
	12,1	12,4	10,9	12,8	12,3	12,6	14,1	14,3	9,6	9,6	13,0	13,0	-0,37	-0,01	-0,51	-0,22	0,01	0,18
	12,4	12,6	11,4	12,7	13,0	13,4	14,5	15,0	10,6	10,8	12,7	12,0	-0,30	-0,33	-0,69	-0,50	0,07	-0,02
Z	10,0	10,4	10,1	11,6	10,8	11,0	12,1	11,4	9,9	9,0	10,2	11,6	-0,02	0,15	-0,05	-0,01	0,09	0,02
	9,4	10,7	10,2	11,7	12,0	12,0	13,4	12,6	10,8	10,6	11,0	13,0	-0,36	-0,04	-0,44	-0,09	-0,23	0,03
	10,5	10,1	11,0	11,3	12,0	11,6	13,1	12,6	10,6	10,0	11,3	12,0	-0,33	0,10	-0,33	-0,21	-0,27	0,01

TABLEAU 122

A	Qu Or

Qu : qualité des haut-parleurs

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moy		ΔL Forts		ΔL faibles	
A	13,4	13,1	10,6	11,9	11,2	11,8	14,0	13,6	8,7	8,3	11,1	12,6	-0,18	-0,14	-0,53	-0,40	0,22	0,21
	14,1	14,0	11,0	11,4	12,3	12,4	14,8	15,3	8,4	8,4	12,6	13,6	-0,11	-0,21	-0,33	-0,47	0,25	0,23
	13,8	13,7	11,1	11,3	12,3	12,6	14,8	14,7	9,0	8,3	12,6	13,3	-0,32	-0,18	-0,51	-0,45	0,12	0,09
B	9,8	10,4	11,7	11,7	10,6	11,1	11,8	12,3	9,5	9,6	11,2	12,0	-0,03	-0,03	0,11	0,11	0,02	-0,04
	9,7	10,1	11,6	12,3	10,8	10,8	11,7	12,5	9,3	9,8	11,2	12,0	-0,06	-0,02	0,09	0,06	0,06	-0,06
	10,0	10,3	11,7	11,8	11,0	11,3	12,0	12,2	9,8	9,4	11,7	12,0	-0,02	-0,02	0,05	-0,04	-0,02	-0,04
C	11,7	11,0	10,9	11,4	10,7	11,1	12,2	12,1	8,8	9,3	10,9	11,3	-0,01	-0,08	0,05	0,05	0,14	0,00
	10,4	10,4	11,0	10,9	10,5	11,0	12,2	12,3	9,1	9,1	11,6	10,7	0,03	-0,03	0,05	0,19	0,11	0,07
	10,8	10,7	9,9	10,8	10,6	10,7	12,4	12,0	9,1	9,0	10,2	9,8	0,02	0,11	0,07	0,24	0,18	0,03
D	7,6	7,3	12,1	10,8	11,0	11,2	11,0	11,5	10,1	10,9	10,6	10,5	-0,10	-0,03	0,11	0,09	-0,06	0,01
	8,2	7,8	11,6	11,1	10,7	11,6	11,1	11,3	9,2	9,8	11,1	10,5	0,06	0,03	0,08	0,17	0,03	0,00
	8,0	7,8	11,7	11,3	11,0	11,4	11,5	11,7	10,0	10,5	11,2	10,9	-0,09	-0,14	0,18	0,01	-0,24	-0,18
E	13,2	13,0	11,3	11,4	11,6	11,6	14,0	14,0	8,6	8,7	11,6	11,1	-0,06	-0,33	-0,35	-0,18	0,03	0,11
	13,4	13,0	10,8	11,4	11,3	11,5	14,0	14,1	8,2	8,5	11,0	11,3	-0,02	-0,03	-0,32	-0,25	0,25	0,23
	13,9	13,0	10,8	11,2	11,6	11,9	14,5	14,4	8,3	9,0	11,2	10,6	-0,06	-0,17	-0,57	-0,19	0,10	0,07
F	14,3	13,3	10,0	11,1	11,8	12,0	14,6	14,2	9,0	7,8	11,2	11,3	-0,20	-0,20	-0,43	-0,25	-0,02	0,08
	14,6	14,2	9,7	11,8	12,2	12,1	14,9	15,0	7,8	7,7	11,8	12,8	-0,14	-0,13	-0,39	-0,36	0,43	0,20
	14,2	13,8	9,6	11,3	12,1	12,5	14,6	14,9	8,2	8,1	11,2	11,8	-0,14	-0,21	-0,39	-0,54	0,35	0,11
G	10,5	11,0	9,8	9,9	12,0	11,9	13,8	14,1	10,5	10,4	10,8	11,0	-0,28	-0,16	-0,27	-0,22	-0,11	-0,08
	11,0	11,3	10,1	9,8	11,7	11,8	13,3	13,4	9,7	9,7	11,0	10,8	-0,18	-0,18	-0,12	-0,13	0,09	-0,11
	10,3	11,6	9,9	9,6	12,0	12,2	13,3	13,4	10,3	10,0	10,8	9,8	-0,25	-0,23	-0,20	-0,18	0,08	-0,02
H	14,3	13,4	9,9	10,3	12,2	12,1	15,2	14,6	9,3	9,1	11,2	10,7	-0,21	-0,15	-0,83	-0,43	0,32	0,00
	13,0	12,4	9,0	10,4	11,7	11,3	14,7	14,2	9,4	8,6	10,2	10,8	-0,11	-0,07	-0,68	-0,29	0,07	-0,03
	14,3	12,7	9,4	10,2	11,8	11,5	14,8	14,4	8,9	9,3	10,6	10,5	-0,19	-0,19	-0,77	-0,29	0,20	-0,05
I	11,0	9,4	11,8	11,5	10,9	11,1	12,0	11,5	9,9	10,2	12,3	11,6	-0,04	-0,05	0,11	0,22	-0,05	-0,05
	10,6	9,5	11,0	11,3	11,0	11,1	11,9	11,9	10,0	9,8	12,1	11,6	-0,06	0,02	0,07	0,11	-0,18	-0,18
	10,3	9,9	11,8	12,0	10,9	11,5	12,1	12,3	9,7	10,4	12,5	11,9	-0,03	-0,11	0,18	0,20	0,02	-0,11
J	9,6	9,9	10,8	11,0	11,7	12,5	12,9	13,3	10,6	11,1	11,1	11,6	-0,08	-0,23	-0,09	-0,21	-0,20	-0,33
	9,5	10,1	10,5	10,8	11,8	11,8	12,3	13,6	10,7	10,2	11,2	12,1	-0,14	-0,07	-0,14	-0,08	-0,21	-0,05
	9,8	11,1	10,0	11,2	11,8	11,8	12,6	13,5	10,5	9,5	11,0	11,3	-0,09	-0,13	-0,10	-0,05	-0,12	-0,09
K	11,3	11,1	11,3	12,1	10,7	11,4	12,4	13,0	9,0	9,4	12,0	12,9	0,13	-0,13	0,03	-0,01	0,09	0,02
	10,9	11,6	11,5	12,5	11,2	11,5	11,7	12,4	9,0	9,0	11,9	12,8	-0,03	-0,03	0,15	0,02	0,06	0,02
	10,5	11,0	11,9	12,5	11,0	11,6	12,2	12,4	9,4	9,8	12,1	13,1	0,01	-0,04	0,12	0,15	0,12	0,10
L	9,8	10,1	11,0	10,6	9,9	10,5	10,9	12,0	7,7	7,9	10,8	10,6	0,06	0,03	0,13	0,13	0,41	0,1
	10,7	11,0	10,9	11,9	9,1	10,3	10,9	11,6	7,3	8,0	11,3	12,0	0,11	0,03	0,09	0,09	0,43	0,12
	10,3	10,1	10,6	10,5	9,6	10,0	11,0	11,9	7,3	7,9	10,5	10,5	0,13	0,21	0,11	0,11	0,65	0,2

TABLEAU 123

A	Qu Ord.

Qu : qualité des haut-parleurs

Modulation de O à Z

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moyen		ΔL Forts		ΔL Faibles	
O	10,2	10,8	9,4	10,9	10,0	10,7	12,2	12,3	7,5	7,7	8,3	10,3	0,13	-0,07	-0,06	-0,28	0,38	0,35
	11,6	11,2	10,9	10,6	10,5	10,7	11,9	12,3	7,0	7,3	9,3	10,6	0,15	-0,13	0,05	-0,29	0,31	0,32
	11,2	11,2	10,5	10,4	10,6	11,0	12,6	12,7	7,9	6,9	8,7	10,8	0,10	0,08	-0,11	-0,33	0,27	0,28
P	12,1	10,9	12,5	13,5	11,8	12,0	13,3	12,8	8,9	8,7	12,7	14,0	0,02	-0,01	0,03	-0,09	0,25	0,22
	12,8	12,2	11,1	12,5	11,8	11,7	14,1	13,1	8,6	7,9	13,4	13,7	-0,01	0,02	-0,07	-0,12	0,35	0,47
	12,7	12,5	12,4	13,3	12,4	11,5	13,6	13,3	8,5	8,1	12,9	13,3	-0,08	-0,05	-0,18	-0,15	0,17	0,42
Q	13,2	12,2	12,0	12,0	12,3	12,4	14,2	13,9	9,8	8,9	12,8	12,0	-0,35	-0,33	-0,43	-0,54	0,13	0,06
	13,4	11,8	12,0	11,3	12,2	11,8	13,7	13,5	9,6	9,3	13,0	11,2	-0,08	-0,23	-0,27	-0,48	0,20	0,02
	12,6	12,2	11,2	12,1	11,5	12,0	13,4	13,0	9,4	9,7	12,4	12,2	-0,04	-0,08	-0,24	-0,37	0,19	0,11
R	8,0	9,0	9,3	10,7	10,4	11,0	11,1	11,8	8,0	8,3	8,7	8,3	-0,03	-0,19	0,09	-0,19	-0,04	0,06
	8,3	9,1	10,7	10,8	11,5	11,6	12,0	11,9	9,6	7,9	8,8	9,3	-0,03	-0,13	0,08	-0,25	-0,12	0,02
	8,6	9,1	10,4	10,5	11,0	11,0	11,5	11,8	8,5	7,9	8,9	8,9	-0,19	-0,14	0,08	-0,13	-0,03	0,11
S	12,2	11,5	10,4	10,8	11,2	12,2	12,6	12,6	8,8	8,6	9,9	10,5	0,00	-0,14	-0,07	-0,29	0,03	0,03
	11,8	11,1	11,1	10,9	10,9	11,1	12,4	12,6	8,8	8,0	9,8	10,5	0,02	-0,04	-0,19	-0,27	0,28	0,00
	11,8	11,8	11,0	11,0	11,7	11,6	13,3	13,1	9,6	8,8	10,3	11,1	-0,08	-0,11	-0,09	-0,41	-0,17	-0,14
T	11,4	11,4	9,0	10,7	10,4	11,8	12,1	12,6	7,0	8,2	9,8	11,0	0,07	-0,08	0,00	-0,30	0,34	0,04
	12,8	11,3	10,5	10,5	12,3	12,1	13,5	12,8	7,2	7,4	10,6	10,7	-0,23	-0,18	-0,19	-0,21	0,41	0,14
	12,1	11,0	9,4	10,6	11,2	11,8	12,3	12,6	6,8	8,0	10,2	10,4	-0,16	-0,08	-0,19	-0,20	0,14	0,13
U	15,0	12,7	11,8	11,9	13,4	12,7	15,5	14,7	8,1	9,2	13,3	12,6	-0,34	-0,32	-0,61	-0,38	0,33	0,38
	13,4	13,0	12,3	12,0	12,5	12,1	14,4	14,1	8,4	7,6	13,0	12,5	-0,19	-0,22	-0,43	-0,53	0,44	0,44
	13,6	12,5	11,6	12,5	12,9	12,5	14,8	14,1	8,3	9,2	12,9	13,1	-0,32	-0,14	-0,52	-0,89	0,24	0,28
V	13,1	12,1	12,0	11,9	11,8	10,8	13,3	12,7	8,8	8,0	11,5	11,5	0,00	-0,11	-0,13	-0,05	0,24	0,29
	12,2	11,7	11,1	10,9	11,0	10,8	12,6	11,9	8,7	8,0	11,1	11,6	0,17	0,09	-0,04	-0,12	0,43	0,27
	12,4	11,8	11,8	11,3	11,8	11,7	13,1	13,0	8,2	8,4	11,1	11,6	-0,01	-0,06	-0,23	-0,28	0,26	0,04
W	11,6	11,6	13,1	12,4	11,6	11,6	12,8	12,7	10,0	8,8	13,8	13,4	0,18	0,12	-0,23	-0,34	0,10	0,33
	11,0	10,3	13,2	13,1	11,2	11,6	12,3	12,5	9,7	9,8	13,8	14,1	0,10	0,12	+0,18	0,07	0,08	0,21
	11,6	11,4	13,8	13,3	11,7	12,0	12,6	12,3	10,2	9,8	14,2	14,2	0,03	0,12	0,04	0,00	-0,05	0,13
X	12,7	11,0	12,0	12,4	11,3	11,0	13,0	12,6	8,6	8,0	12,6	12,7	0,14	0,02	-0,18	-0,19	0,29	0,23
	12,4	11,6	12,3	12,7	11,6	10,8	13,7	12,6	8,7	8,4	13,2	12,8	-0,08	0,23	-0,13	0,07	0,10	0,41
	12,7	11,8	11,5	12,6	11,3	11,1	13,7	12,4	8,8	8,6	12,6	12,9	0,05	0,10	-0,29	-0,13	0,30	0,23
Y	11,6	11,7	10,6	11,8	13,0	12,7	14,2	13,9	11,2	10,7	12,7	12,8	-0,29	-0,18	-0,33	-0,25	-0,29	0,07
	12,6	11,8	11,2	12,5	12,8	12,2	14,5	13,9	9,8	9,4	13,0	13,2	-0,33	-0,04	-0,41	-0,32	0,05	0,14
	13,0	12,0	11,4	12,7	13,5	13,0	15,0	14,4	10,8	10,5	12,3	13,8	-0,38	-0,25	-0,63	-0,56	-0,07	0,13
Z	10,1	10,4	10,7	11,0	10,9	10,9	11,7	11,8	9,6	9,3	10,6	11,1	-0,01	0,14	-0,01	-0,05	-0,09	0,2
	9,8	10,2	10,8	11,2	12,1	11,8	13,2	12,8	10,8	10,6	11,8	11,3	-0,14	-0,26	-0,21	-0,33	-0,10	-0,10
	10,3	10,9	10,8	11,5	11,8	11,9	12,8	13,0	10,3	10,3	11,2	12,2	-0,10	-0,12	-0,29	-0,24	-0,18	-0,(

TABLEAU 124

	A	Sou Rel

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force Moy.		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moy.		ΔL Forts		ΔL Faibles	
	13,7	12,9	11,0	11,6	11,3	11,7	13,9	13,7	7,9	9,2	11,3	12,4	-0,08	-0,23	-0,51	-0,41	0,26	0,17
A	14,2	13,9	11,0	13,4	12,3	12,5	15,2	14,9	7,9	8,3	13,2	13,0	-0,15	-0,17	-0,33	-0,47	0,21	0,28
	13,6	13,8	11,4	11,1	12,6	12,3	14,7	14,8	8,0	9,3	13,2	12,7	-0,29	-0,21	-0,42	-0,54	0,10	0,11
	9,8	10,4	12,3	11,1	10,5	11,2	11,6	12,5	9,3	9,7	11,8	11,4	-0,01	-0,04	0,19	0,03	-0,06	0,03
B	9,3	10,5	12,1	11,7	10,5	11,2	11,8	12,5	9,4	9,7	11,6	11,6	0,06	-0,02	0,18	-0,03	0,03	-0,03
	9,8	10,5	12,0	11,4	10,8	11,6	11,6	12,6	9,3	9,9	12,0	11,7	0,07	-0,10	0,13	-0,12	-0,01	-0,05
	11,2	11,6	11,5	10,8	10,5	11,3	11,5	12,9	8,3	9,8	11,0	11,2	-0,02	-0,07	0,22	-0,12	-0,04	0,18
C	10,1	10,6	11,2	10,8	10,5	11,1	11,7	12,8	8,3	9,9	11,3	11,0	0,03	-0,03	0,29	-0,05	0,12	0,07
	10,5	11,0	10,4	10,3	10,6	10,7	12,0	12,5	8,8	9,3	9,5	10,5	0,12	0,07	0,22	0,09	0,01	0,20
	6,6	8,2	11,3	11,7	10,8	11,3	10,6	11,8	10,5	10,6	10,2	10,9	0,03	-0,16	0,26	-0,06	-0,01	-0,04
D	7,5	8,6	11,3	11,4	10,9	11,3	10,6	11,8	8,9	10,2	10,6	11,0	0,15	-0,06	0,30	-0,04	-0,05	0,08
	7,0	8,1	11,3	11,6	10,9	11,5	11,0	12,2	9,9	10,6	10,7	11,4	-0,03	-0,21	0,25	-0,06	-0,28	-0,15
	12,8	13,3	11,8	11,0	11,3	11,8	13,8	14,3	8,0	9,3	12,0	10,6	-0,23	-0,16	-0,11	-0,42	0,12	0,03
E	13,1	13,3	[illegible]	10,5	[illegible]3	11,4	14,0	14,3	7,7	9,0	11,8	10,6	0,01	-0,05	-0,14	-0,42	0,34	0,14
	13,7	13,2	11,3	10,7	11,8	11,7	14,6	14,4	7,6	9,7	11,3	10,5	-0,21	-0,02	-0,41	-0,35	0,16	0,02
	13,8	13,8	10,5	10,7	11,8	12,0	14,2	14,7	7,8	9,1	10,9	11,6	-0,21	-0,19	-0,23	-0,46	-0,07	0,13
F	14,4	14,4	11,6	9,9	12,1	12,1	14,9	15,0	7,2	8,3	12,3	13,0	-0,13	-0,13	-0,25	-0,49	0,24	0,38
	14,1	13,8	10,6	10,3	12,2	12,3	14,7	14,8	7,6	8,7	11,5	11,5	-0,21	-0,14	-0,40	-0,53	0,23	0,23
	10,5	11,0	10,3	9,4	11,7	12,3	13,7	14,2	10,0	11,0	11,3	10,5	-0,15	-0,29	-0,13	-0,36	-0,30	0,11
G	10,9	11,4	10,4	9,5	11,5	12,0	12,8	13,9	9,0	10,3	11,2	10,5	-0,17	-0,20	0,14	-0,38	0,07	-0,08
	10,6	11,4	10,0	9,7	12,0	12,3	12,8	13,9	9,8	10,5	10,3	10,2	-0,25	-0,23	-0,20	-0,18	-0,03	0,09
	13,7	14,0	10,8	9,4	11,9	12,4	14,9	14,9	8,6	9,8	11,5	10,3	-0,17	-0,20	-0,58	-0,67	0,14	0,18
H	12,4	13,0	9,8	9,7	11,3	11,8	14,2	14,7	8,4	9,7	10,9	10,0	-0,33	-0,07	-0,35	-0,63	0,01	0,04
	13,6	13,5	10,0	9,5	11,3	11,9	14,5	14,6	8,7	9,6	11,0	10,1	-0,15	-0,23	-0,48	-0,58	0,04	0,11
	9,8	10,6	[illegible]5	11,8	10,6	11,3	11,3	12,2	9,8	10,3	12,0	11,9	-0,05	-0,04	0,30	0,03	-0,03	-0,07
I	9,1	10,9	10,6	11,8	11,0	11,3	11,4	12,3	9,4	10,3	11,7	12,0	-0,05	0,01	0,13	0,04	-0,22	-0,14
	9,5	10,8	11,8	11,9	11,0	11,4	12,0	12,4	9,9	10,2	12,3	12,0	-0,02	-0,13	0,25	0,13	-0,05	-0,04
	8,9	10,6	10,9	10,9	12,2	11,9	12,7	13,5	10,9	10,8	11,4	11,3	-0,18	-0,13	0,00	-0,30	-0,41	-0,12
J	9,2	10,4	[illegible]0	10,3	[illegible]6	12,0	12,4	13,5	10,2	10,7	11,9	11,4	-0,09	-0,12	0,07	-0,25	-0,17	-0,09
	10,2	11,2	10,5	10,8	11,5	12,1	12,5	13,6	9,4	10,6	11,1	11,2	-0,09	-0,13	0,03	-0,18	-0,10	0,01
	10,6	11,9	11,6	11,8	10,8	11,3	12,4	13,0	9,0	9,5	12,0	12,9	0,11	-0,11	0,21	-0,18	0,10	0,01
K	10,3	12,2	12,2	11,9	10,9	11,8	11,5	12,6	8,5	9,6	12,2	12,5	0,01	-0,06	0,07	0,09	-0,09	0,17
	10,4	11,2	12,4	12,0	11,1	11,5	11,8	12,8	9,1	10,1	12,3	12,9	0,07	-0,10	0,35	-0,08	0,12	0,10
	9,2	10,8	10,9	10,7	9,8	10,6	11,2	11,8	7,5	8,1	10,8	10,6	0,11	-0,02	0,02	0,11	0,35	0,18
L	10,9	10,8	11,6	11,3	9,2	10,3	11,0	11,5	7,5	7,7	11,8	11,5	0,14	0,00	0,03	0,11	0,33	0,2
	9,6	10,8	10,4	10,7	9,3	10,3	11,2	11,8	7,3	8,0	10,5	10,6	0,18	0,16	-0,04	0,17	0,55	0,38

TABLEAU 125

Attention

A	Sou Rel

Modulations de O à Z

	Amplitude		Qualité		F. moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moy		ΔL Forts		ΔL Faibles	
O	10,1	10,9	10,7	9,6	10,0	10,7	12,1	12,4	8,5	6,7	9,7	8,9	0,18	-0,13	-0,12	-0,22	0,28	0,46
	11,9	10,8	10,7	9,8	10,6	10,6	11,8	12,4	7,2	7,2	10,5	9,4	0,06	-0,03	-0,12	-0,12	0,39	0,23
	11,4	10,9	11,3	9,6	10,5	11,0	12,5	12,9	7,3	7,5	10,7	8,8	0,28	-0,10	-0,09	-0,35	0,36	0,19
P	12,6	11,5	13,5	12,5	11,9	11,8	13,0	13,2	8,8	8,8	13,5	13,0	0,02	0,00	0,02	-0,08	0,17	0,29
	13,2	11,8	12,0	11,9	11,9	11,6	13,8	13,4	8,5	8,0	13,4	12,7	0,06	-0,05	-0,12	-0,06	0,44	0,37
	12,7	12,5	13,4	12,3	11,8	12,2	13,2	13,7	8,4	8,2	13,9	12,3	-0,03	-0,10	-0,08	-0,26	0,41	0,18
Q	13,1	12,3	12,8	11,2	12,7	12,0	14,5	13,6	9,9	8,9	13,1	11,6	-0,23	-0,45	-0,40	-0,68	0,09	0,09
	13,4	11,8	12,0	11,3	12,2	11,8	13,7	13,5	9,6	9,3	12,0	11,3	-0,09	-0,14	-0,18	-0,57	0,12	0,10
	13,0	11,8	12,4	10,9	12,0	11,6	13,0	13,4	10,1	9,0	12,9	11,7	-0,05	-0,08	-0,22	-0,39	0,15	0,15
R	8,8	8,2	9,8	10,2	10,6	10,8	11,1	11,7	7,9	8,4	9,0	8,0	-0,08	-0,14	0,05	-0,15	-0,16	0,15
	9,5	7,9	10,9	10,6	11,6	11,5	12,1	11,8	9,2	8,3	9,3	8,7	0,03	-0,18	0,06	-0,23	-0,03	-0,09
	9,3	8,4	10,8	10,1	11,0	10,9	11,5	11,8	8,4	8,0	9,4	8,3	-0,08	-0,26	0,08	-0,13	-0,04	-0,13
S	12,3	11,4	10,2	11,0	10,7	11,7	12,3	12,9	8,5	8,8	9,9	10,5	0,13	-0,28	-0,02	-0,34	0,08	-0,01
	11,6	11,4	10,8	11,2	10,7	11,3	12,0	13,0	8,5	8,3	9,7	10,7	0,03	-0,05	-0,08	-0,38	0,29	0,13
	12,0	11,6	11,5	11,6	11,6	11,7	13,0	13,3	9,5	8,8	10,8	10,6	-0,14	-0,04	-0,06	-0,44	-0,12	0,08
T	11,6	11,2	10,2	9,4	11,0	11,2	12,2	12,6	8,0	7,2	11,1	9,6	0,08	-0,10	0,11	-0,41	0,20	0,12
	12,1	12,0	10,5	10,5	12,3	12,1	13,2	13,2	7,3	7,3	13,3	10,0	-0,11	-0,30	-0,10	-0,30	0,36	0,18
	12,4	10,6	10,7	9,3	11,7	11,3	12,3	12,6	7,5	7,3	11,0	9,6	0,00	-0,23	-0,21	-0,18	0,12	0,15
U	14,6	13,0	12,3	11,5	13,1	12,0	15,0	15,1	7,8	8,5	13,3	12,6	-0,33	-0,32	-0,60	-0,39	0,47	0,25
	13,7	12,6	13,2	11,1	12,5	12,1	14,3	14,2	7,4	8,6	13,3	12,2	-0,17	-0,24	-0,45	-0,50	0,57	0,31
	13,9	12,2	12,5	11,5	13,0	12,3	14,8	14,2	8,2	9,3	13,4	12,6	-0,27	-0,20	-0,43	-0,48	0,32	0,20
V	12,5	12,7	12,5	11,3	11,4	11,2	12,9	13,1	8,5	8,2	11,7	11,3	0,02	-0,13	-0,06	-0,13	0,29	0,24
	12,0	11,8	11,3	10,6	10,9	11,0	11,8	12,7	8,6	8,0	11,4	11,3	0,25	0,01	0,13	-0,28	0,45	0,25
	12,3	11,9	12,0	11,1	11,6	11,9	12,8	13,3	8,1	8,5	11,7	10,9	0,10	-0,17	-0,18	-0,33	0,22	0,08
W	11,9	11,3	13,5	11,9	11,5	11,7	12,6	12,8	9,3	9,4	14,2	13,0	0,20	0,10	-0,18	-0,40	0,33	0,11
	10,3	10,9	13,8	12,5	11,2	11,6	12,0	12,8	9,6	9,9	14,4	13,5	0,15	0,08	0,20	0,04	0,22	0,07
	11,8	11,1	13,9	13,1	11,7	12,0	12,4	12,6	10,0	9,9	14,8	13,6	0,17	-0,03	0,03	0,01	0,09	-0,02
X	12,0	11,7	12,6	11,7	11,0	11,4	12,5	13,0	8,2	8,4	13,1	12,3	0,20	-0,03	-0,07	-0,30	0,30	0,23
	12,3	11,7	13,2	11,8	10,8	11,6	12,8	13,6	8,3	8,8	13,3	12,7	0,15	0,03	0,08	-0,14	0,34	0,17
	12,9	11,6	12,6	11,4	11,1	11,3	13,4	12,6	8,8	8,6	13,6	11,8	0,06	0,09	-0,07	-0,35	0,42	0,12
Y	11,3	11,9	11,8	10,6	13,2	12,6	14,3	13,8	11,7	10,3	13,2	12,3	-0,23	-0,24	-0,30	-0,29	-0,19	-0,03
	12,8	11,7	12,8	10,9	12,7	12,3	14,5	13,9	9,8	9,4	13,6	12,8	-0,11	-0,27	-0,40	-0,33	0,08	0,11
	13,2	11,8	13,1	11,0	13,6	12,8	14,7	14,8	11,2	10,1	13,9	12,3	-0,40	-0,23	-0,64	-0,54	-0,14	0,00
Z	10,2	10,1	11,2	10,5	10,8	11,0	11,2	12,3	9,5	9,4	11,1	10,7	0,12	0,02	0,01	-0,07	0,22	-0,09
	9,9	10,2	11,0	11,0	11,9	12,0	12,8	13,2	10,8	10,6	12,3	11,7	-0,18	-0,22	-0,18	-0,35	0,03	-0,2
	10,5	10,6	11,4	10,8	11,8	11,8	12,9	13,1	10,6	10,0	12,2	11,2	-0,03	-0,20	-0,13	-0,40	0,01	-0,21

TABLEAU 126

Eco	Mono Stereo

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moy		ΔL forts		ΔL faibles	
A	13,0	13,0	10,9	11,3	12,1	12,2	14,7	13,9	9,0	8,7	11,9	12,8	-0,19	-0,28	-0,42	-0,38	0,07	0,19
	13,9	14,3	11,1	11,3	12,6	13,1	15,0	15,0	8,9	9,1	12,5	13,8	-0,32	-0,33	-0,47	-0,48	0,23	0,20
	13,3	14,3	11,6	11,0	12,6	12,7	14,8	15,0	9,1	9,5	12,3	13,3	-0,28	-0,39	-0,48	-0,66	0,07	0,29
B	10,5	10,0	11,6	12,4	11,1	11,3	12,1	11,7	9,3	10,1	11,5	12,2	0,08	0,03	0,26	0,02	-0,01	-0,01
	9,8	10,1	11,7	11,7	11,3	10,8	12,1	10,9	9,8	9,4	11,2	12,7	0,13	0,06	0,18	0,12	0,01	0,11
	10,7	10,9	11,9	12,3	11,4	11,0	12,6	11,5	9,8	9,9	12,0	12,4	-0,08	-0,02	0,13	0,20	-0,02	0,04
C	11,0	11,1	10,5	11,6	11,1	10,6	12,9	12,0	9,5	8,3	10,0	11,0	0,03	0,12	-0,01	-0,03	-0,10	0,24
	11,4	10,8	11,7	11,9	11,3	10,4	12,8	11,7	9,8	9,3	10,6	11,1	0,04	0,16	0,08	0,30	0,06	0,33
	10,7	11,1	11,2	11,6	10,7	10,3	12,9	11,2	9,7	8,5	10,2	10,6	0,14	0,27	0,06	0,18	0,09	0,45
D	8,8	7,8	11,6	11,6	11,4	10,4	12,2	10,7	10,5	9,8	10,7	10,5	-0,06	0,08	0,04	0,11	-0,13	0,18
	8,8	8,6	11,9	11,4	11,3	10,7	12,3	11,2	10,5	9,6	10,8	10,0	-0,06	0,09	-0,01	0,23	-0,15	0,28
	9,1	8,5	12,3	11,8	11,2	11,1	12,3	11,5	10,4	10,2	11,8	10,8	-0,15	-0,01	-0,01	0,05	-0,23	0,08
E	12,3	13,2	10,6	11,8	11,7	11,7	14,0	14,0	9,8	9,2	10,0	11,8	-0,16	-0,28	-0,30	-0,45	-0,06	0,08
	12,7	13,5	11,1	11,2	11,8	11,5	14,2	13,6	9,2	9,1	10,6	11,6	-0,13	-0,23	-0,30	-0,33	0,29	0,03
	12,6	13,3	10,7	11,4	12,1	12,0	14,4	14,4	9,2	9,4	10,5	12,2	-0,16	-0,21	-0,43	-0,35	0,01	-0,02
F	13,8	13,9	10,7	10,8	12,2	11,9	14,3	13,9	9,3	7,9	11,3	11,8	-0,13	-0,24	-0,31	-0,45	0,17	0,35
	13,5	14,2	11,0	10,0	12,3	11,8	15,0	14,4	8,8	7,9	12,0	12,1	-0,20	-0,24	-0,47	-0,47	0,08	0,46
	13,9	14,0	11,1	10,3	12,3	11,6	14,9	14,0	8,8	7,5	11,5	11,9	-0,12	-0,16	-0,53	-0,43	0,11	0,59
G	11,2	12,1	9,7	9,4	12,5	11,9	14,0	13,5	10,7	10,0	10,2	11,0	-0,23	-0,28	-0,28	-0,16	-0,16	0,10
	11,8	11,9	9,8	9,7	12,3	11,8	14,2	13,0	10,0	10,0	10,3	11,4	-0,17	-0,23	-0,45	-0,23	-0,04	-0,10
	12,0	11,6	9,6	9,5	12,5	11,7	14,0	13,2	10,4	9,8	10,4	11,3	-0,32	-0,13	-0,29	-0,07	-0,27	0,06
H	12,4	13,7	10,2	9,6	12,0	11,7	14,6	14,5	9,6	9,2	9,6	10,6	-0,28	-0,14	-0,52	-0,51	0,02	0,17
	12,5	13,5	9,8	9,8	11,9	11,1	14,5	14,7	10,3	9,1	9,6	10,3	-0,14	-0,04	-0,52	-0,45	-0,01	0,28
	12,8	13,8	10,0	9,4	11,8	11,6	14,5	14,6	9,7	8,8	9,9	11,3	-0,13	-0,10	-0,47	-0,63	0,02	0,26
I	9,8	9,8	12,0	12,0	11,3	11,2	12,4	11,4	10,1	9,7	11,6	12,2	-0,02	0,07	0,11	0,33	-0,19	0,10
	10,3	10,3	11,9	12,1	11,5	11,2	12,6	11,5	10,3	9,9	11,7	12,3	-0,04	0,05	-0,01	0,00	-0,07	0,04
	10,2	9,8	11,6	12,2	11,1	11,0	12,4	11,6	9,8	9,6	11,7	11,9	0,02	0,10	0,13	0,07	-0,02	0,15
J	10,6	9,8	10,1	10,9	12,0	12,5	13,3	12,9	10,8	11,1	10,6	12,3	-0,28	-0,38	-0,12	-0,25	-0,17	-0,12
	10,0	10,3	10,0	11,1	11,7	12,2	13,1	13,1	10,1	10,7	11,0	12,3	-0,16	-0,24	-0,11	-0,18	0,05	-0,03
	11,1	9,8	10,6	10,8	11,9	12,0	13,2	12,5	10,3	10,0	10,8	13,0	-0,08	-0,17	-0,12	-0,05	-0,10	-0,07
K	11,4	11,8	11,7	11,8	11,5	11,1	13,0	11,9	9,8	9,0	12,3	12,8	-0,05	0,12	-0,03	0,16	0,00	0,25
	10,9	11,5	11,7	12,2	11,5	11,1	12,9	12,0	9,5	8,8	12,5	12,8	-0,03	0,01	0,06	0,13	0,01	0,27
	10,8	11,7	11,7	12,3	11,4	11,3	12,7	12,2	10,2	9,3	12,1	13,6	-0,03	0,02	0,06	0,13	-0,02	0,28
L	10,5	10,4	11,1	10,9	10,1	9,8	11,7	10,7	8,6	7,3	9,5	10,0	0,15	0,16	0,11	0,06	+0,22	0,1
	10,8	10,9	12,0	11,3	10,6	10,5	12,0	11,4	8,2	7,3	9,8	11,0	0,17	0,13	0,10	0,12	0,32	0,5
	10,3	10,1	11,0	11,8	10,0	10,0	11,6	10,8	8,3	8,1	9,3	10,2	0,15	0,21	-0,03	0,17	0,38	0,4

TABLEAU 127

Eco	M	S

Modulations de O á Z

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL F. Moy		ΔL Forts		ΔL Faibles	
O	10,7	11,7	10,4	9,8	10,2	11,0	11,6	12,5	6,9	9,3	8,6	9,8	0,17	0,06	0,10	-0,11	0,18	0,22
	10,8	12,0	9,8	10,7	10,1	10,6	11,2	12,5	7,4	8,3	8,5	9,9	0,17	0,07	0,13	-0,18	0,23	0,35
	11,3	11,4	10,2	10,2	10,8	11,1	12,0	12,6	8,1	8,8	9,3	9,9	-0,09	0,08	0,08	-0,28	0,14	-0,15
P	12,3	12,4	12,6	11,7	11,7	11,9	13,6	13,0	8,8	9,4	12,3	12,5	0,00	-0,05	-0,09	-0,28	0,05	0,20
	12,3	13,0	12,2	12,0	11,6	11,9	14,0	13,4	8,5	9,0	11,8	13,7	-0,13	-0,03	-0,38	-0,36	0,17	0,26
	11,7	12,8	12,3	11,8	11,6	11,8	13,6	12,8	8,9	9,2	12,1	12,8	-0,11	-0,11	-0,24	-0,08	0,22	0,15
Q	12,3	13,5	11,8	11,5	12,0	12,5	13,6	13,4	9,9	10,0	13,1	12,0	-0,18	-0,18	-0,29	-0,54	-0,32	0,17
	12,6	12,5	11,8	11,0	11,7	12,4	13,3	13,5	9,4	10,4	12,8	12,3	-0,08	-0,23	-0,19	-0,48	-0,03	0,18
	11,8	12,8	12,0	11,7	11,8	12,1	13,2	13,4	9,0	10,5	12,8	12,5	-0,12	-0,13	-0,23	-0,28	-0,13	0,10
R	7,2	7,2	10,7	10,3	10,1	11,3	10,6	11,2	9,8	10,0	7,9	8,5	0,18	-0,05	0,26	0,18	-0,20	-0,12
	7,3	7,4	11,3	10,4	10,6	11,0	11,8	11,4	9,9	10,0	9,0	8,4	0,01	0,07	0,24	0,20	-0,23	-0,40
	7,2	7,2	11,0	10,6	10,6	11,9	10,7	11,0	10,1	10,0	8,7	8,3	0,03	0,10	0,28	0,10	-0,28	-0,07
S	11,5	12,0	10,4	10,0	11,1	11,5	12,0	12,3	8,5	9,3	9,7	10,3	0,05	0,01	0,04	-0,24	0,00	0,18
	12,4	12,6	10,4	10,8	10,9	11,4	12,7	12,7	8,8	9,8	9,8	10,3	0,03	-0,05	0,03	-0,13	-0,06	-0,03
	11,5	11,9	10,6	10,5	11,5	11,5	12,8	12,9	9,4	9,5	10,2	10,0	0,10	-0,13	0,10	-0,18	-0,08	0,22
T	10,3	10,9	9,8	10,3	10,6	11,6	11,8	12,5	7,1	7,6	9,6	10,3	0,08	-0,11	0,08	-0,18	0,03	0,26
	10,5	11,4	10,1	9,9	11,8	11,8	12,8	12,8	7,5	7,7	10,6	10,3	-0,28	-0,18	-0,12	-0,28	0,32	0,33
	10,2	11,6	10,1	10,1	11,4	11,3	10,5	12,4	7,6	7,6	10,0	10,0	-0,09	-0,05	-0,14	-0,28	0,23	0,85
U	13,4	14,7	11,6	11,6	12,8	13,4	14,9	15,3	9,3	10,0	12,8	13,3	-0,17	-0,36	-0,42	-0,67	0,28	0,17
	13,3	13,9	11,9	11,8	11,9	13,1	14,3	14,7	9,0	10,5	13,0	12,8	-0,07	-0,38	-0,34	-0,68	0,23	0,03
	13,4	14,3	11,6	11,5	12,3	13,0	14,6	14,7	9,7	10,3	12,6	12,6	-0,28	-0,33	-0,53	-0,65	0,17	0,23
V	12,1	11,8	12,6	11,5	11,0	11,6	12,6	12,4	8,6	9,4	11,9	11,9	0,07	-0,03	0,09	-0,01	0,18	0,23
	12,2	12,0	11,3	11,5	10,9	11,4	12,1	12,3	8,4	10,0	11,7	12,0	0,03	0,00	0,02	-0,15	0,13	0,28
	12,1	12,2	12,2	11,8	11,0	11,5	12,7	12,3	9,1	9,8	11,6	12,6	-0,04	0,03	-0,02	-0,23	-0,07	0,26
W	10,6	11,3	12,5	13,3	11,6	11,4	12,5	12,5	9,6	9,7	13,4	14,0	-0,03	0,02	-0,09	-0,18	-0,04	0,18
	9,9	10,7	12,5	13,0	11,2	11,4	12,1	12,0	9,7	9,7	13,1	14,1	0,02	0,10	[illegible]	0,20	0,09	0,08
	9,6	11,0	12,6	13,5	11,4	11,9	12,6	12,4	10,1	10,5	13,6	13,9	0,18	-0,12	0,14	-0,16	-0,12	0,07
X	11,2	12,2	12,7	12,9	11,1	12,9	13,0	12,8	8,7	9,7	12,3	13,3	0,07	0,03	0,08	-0,20	0,05	0,23
	11,6	12,9	12,4	12,7	11,0	12,7	13,4	13,3	8,9	9,6	12,3	13,3	0,19	-0,08	0,18	-0,28	0,04	0,17
	11,4	13,0	12,3	12,2	10,7	12,2	13,3	13,5	8,6	10,0	12,3	13,4	0,01	-0,06	-0,28	-0,60	0,19	0,24
Y	11,0	12,5	11,2	12,2	11,5	13,1	14,2	14,3	10,0	11,2	12,4	13,2	-0,04	-0,25	-0,19	-0,49	-0,09	0,02
	12,7	13,4	11,9	12,0	12,2	12,6	14,1	14,4	9,4	11,2	13,5	13,3	0,07	0,07	-0,30	-0,85	0,18	0,30
	11,8	13,5	12,2	12,0	13,0	13,8	14,7	15,1	10,4	11,8	13,7	13,1	-0,28	-0,28	-0,55	-0,24	-0,18	-0,08
Z	9,9	10,7	12,0	11,7	11,4	11,6	12,5	12,1	10,6	10,2	11,7	12,2	-0,02	-0,02	-0,03	0,00	-0,16	0,1
	10,2	11,2	11,8	11,5	12,0	11,6	13,0	12,4	11,0	10,3	12,2	12,3	-0,04	-0,04	0,00	-0,05	-0,13	0
	10,3	10,9	12,3	11,8	11,8	11,8	12,7	12,3	10,5	10,6	11,8	12,8	0,12	0,12	0,01	-0,19	-0,02	

TABLEAU 128

Eco	Qu Or

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force moy.		Forts		Faibles		Brillant		ΔL Moy		ΔL Forts		ΔL faibles	
A	12,8	13,2	11,0	11,1	11,8	12,5	14,3	14,2	8,3	9,4	10,3	12,5	-0,14	-0,33	-0,30	-0,50	0,23	0,03
	14,0	14,0	11,3	11,0	12,3	12,3	14,6	15,3	8,4	9,6	12,1	13,2	-0,20	-0,44	-0,35	-0,62	0,33	0,18
	13,9	13,7	11,8	10,8	12,3	13,0	14,8	15,0	9,0	9,5	12,9	12,8	-0,23	-0,44	-0,41	-0,73	0,12	0,24
B	10,2	10,3	12,8	11,2	11,0	11,4	12,0	11,8	9,3	10,1	12,3	11,3	0,13	-0,02	0,27	0,01	0,04	-0,06
	9,+	10,5	12,2	11,2	10,7	11,4	11,2	11,9	9,2	10,0	12,1	11,7	0,18	0,00	0,24	0,05	0,18	-0,07
	10,4	11,1	13,0	11,2	10,8	11,7	12,0	12,1	9,4	10,3	12,6	11,8	0,00	-0,10	0,23	0,10	0,03	-0,01
C	10,9	11,2	10,8	11,3	10,6	11,0	12,3	12,5	8,8	10,0	10,7	10,4	0,10	0,04	-0,03	-0,01	0,07	0,08
	11,0	11,2	12,1	11,5	10,4	11,3	12,0	12,5	8,8	10,3	10,8	11,0	0,10	0,10	0,24	0,13	0,31	0,08
	10,4	11,3	11,3	11,6	10,2	10,8	11,8	12,3	8,5	9,7	10,4	10,4	0,32	0,03	0,26	-0,03	0,38	0,17
D	7,7	8,9	11,0	12,1	10,6	11,2	11,1	11,8	10,0	10,3	10,0	11,1	0,02	0,20	0,09	0,06	0,13	-0,08
	8,4	9,0	11,1	12,3	10,8	11,2	11,4	12,0	9,6	10,6	10,8	10,9	0,00	0,03	0,17	0,06	0,07	0,07
	8,5	9,0	11,8	12,4	10,8	11,5	11,6	12,2	10,0	10,6	10,4	11,4	-0,03	-0,13	0,01	0,01	-0,08	-0,07
E	12,3	13,3	10,8	11,6	11,4	12,0	13,8	14,2	9,3	9,7	10,8	11,0	-0,13	-0,31	-0,19	-0,57	0,07	-0,05
	12,8	13,5	11,1	11,2	11,5	11,9	13,9	14,0	8,6	9,6	11,0	11,3	-0,15	-0,21	-0,20	-0,43	0,15	0,18
	12,6	13,3	11,3	10,8	11,9	12,3	14,5	14,4	8,9	9,8	11,5	11,2	-0,19	-0,23	-0,32	-0,45	-0,08	0,07
F	14,1	13,6	11,0	11,6	11,8	12,3	13,8	14,4	7,6	9,7	12,1	10,9	-0,07	-0,31	-0,18	-0,58	0,48	0,03
	13,8	13,9	10,9	10,2	11,7	12,4	14,5	15,0	7,3	9,3	12,6	11,5	-0,12	-0,33	-0,27	-0,68	0,29	0,24
	14,1	13,8	11,0	10,3	11,4	12,5	14,1	14,8	7,7	8,6	12,2	11,1	-0,03	-0,24	-0,38	-0,58	0,45	0,25
G	12,2	11,1	10,0	9,0	11,8	12,7	13,4	14,1	9,7	11,0	11,2	10,0	-0,12	-0,38	0,02	-0,46	-0,02	-0,04
	11,7	12,0	10,3	9,6	11,6	12,5	13,6	13,6	9,2	10,8	11,4	10,3	-0,13	-0,28	-0,26	-0,42	-0,16	0,02
	12,0	11,6	10,1	9,1	11,7	12,5	13,5	13,8	9,3	10,9	11,4	10,3	-0,16	-0,29	-0,07	-0,29	-0,15	-0,06
H	13,0	13,0	10,8	9,0	11,5	12,2	14,3	14,8	8,9	9,9	10,8	9,4	-0,08	-0,24	-0,25	-0,76	0,12	0,07
	12,8	13,2	9,8	9,6	11,2	11,8	13,6	14,5	9,4	10,0	10,4	9,6	0,03	-0,21	-0,28	-0,69	0,17	0,10
	13,2	13,4	10,3	9,1	11,5	11,9	14,3	14,8	8,7	9,8	11,2	10,0	-0,02	-0,21	-0,34	-0,75	0,20	0,08
I	9,9	10,4	11,9	12,1	11,2	11,3	11,6	12,2	9,5	10,3	11,6	12,1	0,03	0,02	0,28	0,15	-0,05	-0,04
	10,1	10,4	11,9	12,1	11,3	11,4	11,9	12,2	10,0	10,2	11,5	12,5	0,03	-0,02	[illegible]	0,02	-0,09	0,06
	10,2	10,6	12,3	11,6	10,9	11,3	11,8	12,1	9,4	10,0	11,8	11,9	0,09	0,03	0,19	0,00	0,04	0,09
J	9,7	10,7	10,7	10,3	11,7	12,8	12,5	13,8	10,4	11,5	10,7	12,2	-0,21	-0,45	0,08	-0,44	-0,16	-0,13
	10,2	10,2	10,9	10,2	11,4	12,4	12,8	13,3	10,0	10,9	11,5	11,7	-0,08	-0,32	0,16	-0,44	0,04	-0,02
	10,1	10,8	10,7	10,7	11,4	12,5	12,2	13,6	9,4	10,9	10,8	12,3	-0,09	-0,16	0,12	-0,28	0,02	-0,19
K	11,4	11,8	12,0	11,5	11,1	11,5	12,2	12,8	9,0	9,7	12,8	12,4	0,15	-0,08	0,17	-0,03	0,12	0,13
	10,8	11,6	12,2	11,6	11,4	11,2	12,4	12,5	8,8	9,5	12,8	12,5	0,10	-0,13	0,19	0,00	0,28	-0,01
	11,0	11,5	12,6	11,4	11,1	11,6	12,4	12,5	9,3	10,1	12,9	12,7	0,04	-0,05	0,18	0,02	0,08	0,18
L	9,3	11,1	11,0	11,0	9,7	10,3	10,8	11,6	7,8	8,1	9,7	9,8	0,23	0,08	0,18	-0,01	0,54	0,47
	10,5	11,3	11,6	11,6	10,4	10,7	10,6	11,9	7,5	8,4	10,5	10,4	0,23	0,06	0,19	0,03	0,49	0,4
	9,4	11,0	11,3	11,5	9,8	10,2	11,0	11,5	8,0	8,3	9,6	10,0	0,30	0,06	0,20	-0,06	0,57	

TABLEAU 129

Eco	Qu Or

Modulations de O à Z

	Amplitude		Qualité		Force Moy.		Forts		Faibles		Brillant		ΔL Moy.		ΔL Forts		ΔL Faibles	
O	11,2	11,3	10,3	9,9	10,8	10,5	12,5	11,7	7,8	8,4	9,5	8,9	0,11	0,12	-0,01	0,00	0,25	0,15
	11,3	11,6	10,1	10,4	10,7	10,0	11,6	12,0	8,0	7,7	8,8	9,6	0,15	0,08	0,03	-0,08	0,27	0,31
	11,2	11,5	10,0	10,4	11,2	10,6	12,1	12,5	8,8	8,1	9,5	9,7	0,02	0,01	-0,10	-0,11	0,40	-0,02
P	12,3	12,3	12,2	12,1	12,1	11,5	13,7	13,0	9,4	8,8	12,4	12,5	-0,05	0,00	-0,23	-0,15	-0,11	0,36
	12,4	12,8	12,1	12,2	11,8	11,8	13,9	13,5	9,0	8,4	12,6	12,7	-0,13	-0,03	-0,38	-0,35	0,24	0,18
	12,0	12,4	11,8	12,3	11,9	11,6	13,4	13,0	9,4	8,6	12,2	12,8	-0,22	0,00	-0,28	-0,04	0,31	0,11
Q	13,1	12,7	11,9	11,4	12,1	12,4	13,4	13,4	9,6	10,4	13,1	12,0	-0,10	-0,26	-0,45	-0,38	0,05	-0,20
	12,6	12,6	11,7	11,1	12,3	11,8	13,3	13,5	9,8	10,0	13,0	12,0	-0,07	-0,23	-0,26	-0,42	0,12	0,03
	12,3	12,3	12,3	11,4	12,1	11,8	13,5	13,1	9,6	10,0	13,0	13,3	-0,04	-0,20	-0,33	-0,19	0,05	0,01
R	7,1	7,3	10,7	10,3	10,8	10,6	11,3	10,6	10,4	9,4	8,0	8,3	0,07	0,06	0,16	0,28	-0,29	-0,03
	7,3	7,5	11,0	10,7	10,9	10,6	12,0	11,1	10,3	9,6	8,5	8,9	0,03	0,06	0,18	0,27	-0,16	-0,08
	7,3	7,1	11,1	10,5	10,9	10,6	11,2	10,6	10,6	9,5	8,5	8,5	0,02	0,11	0,17	0,21	-0,28	-0,08
S	11,4	12,1	10,2	10,2	11,4	11,1	12,3	12,1	8,8	8,9	10,2	9,8	0,12	-0,06	-0,10	-0,10	0,13	0,04
	12,3	12,6	10,7	10,5	11,1	11,2	12,8	12,7	9,2	9,3	10,1	10,0	-0,03	0,00	-0,01	-0,09	0,02	-0,10
	11,6	11,8	10,7	10,5	11,4	11,6	12,8	13,0	9,3	9,6	10,3	10,0	0,04	-0,07	0,14	-0,23	0,02	0,12
T	10,2	11,0	10,4	9,7	11,0	11,2	12,0	12,3	7,2	7,6	10,6	9,3	0,12	-0,14	0,01	-0,11	0,15	0,13
	10,8	11,1	10,5	9,5	11,9	11,7	13,0	12,5	7,4	7,8	11,0	9,9	-0,03	-0,16	-0,33	-0,07	0,34	0,31
	10,3	11,5	10,4	9,9	11,5	11,3	12,5	12,4	7,3	8,0	10,5	9,5	0,04	-0,18	-0,19	-0,23	0,40	0,18
U	14,0	14,1	11,8	11,3	13,4	12,8	15,4	14,8	9,8	9,5	13,1	12,9	-0,23	-0,29	-0,69	-0,39	0,28	0,16
	13,4	13,8	12,0	11,7	12,5	12,6	14,6	14,5	10,4	9,0	13,2	12,6	-0,28	-0,17	-0,47	-0,55	0,05	0,22
	13,3	14,3	11,6	11,5	12,8	12,6	14,5	14,8	10,2	9,8	12,8	12,4	-0,33	-0,28	-0,51	-0,67	0,33	0,09
V	11,7	12,3	12,2	11,9	11,4	11,2	12,5	12,6	9,2	8,8	11,8	12,0	-0,08	0,07	-0,04	0,13	0,25	0,16
	12,1	12,0	11,9	10,9	11,3	11,0	12,5	12,0	9,2	9,1	12,0	11,7	0,00	0,03	-0,10	-0,03	0,23	0,17
	12,2	12,1	12,3	11,7	11,5	11,1	12,6	12,3	9,7	9,3	12,3	11,9	0,02	-0,03	-0,06	-0,19	0,16	0,03
W	10,9	11,0	13,1	12,7	11,3	11,8	12,3	12,7	9,7	9,5	13,6	13,7	0,05	-0,05	-0,08	-0,19	0,13	0,01
	10,7	9,9	13,1	12,4	11,3	11,3	12,0	12,0	9,8	9,6	13,8	13,4	0,08	0,03	0,18	0,13	0,17	0,01
	10,7	9,9	13,3	12,8	11,5	11,8	12,6	12,4	10,1	10,5	14,1	13,4	0,16	-0,09	0,04	-0,06	0,09	-0,08
X	11,7	11,8	13,2	12,3	11,2	11,3	13,0	12,8	9,0	9,3	13,3	12,3	0,15	-0,05	0,00	-0,12	0,08	0,10
	12,3	12,2	13,0	12,1	11,6	11,6	13,0	12,7	9,3	9,2	13,4	12,1	0,00	0,12	-0,22	0,12	0,16	0,05
	11,8	12,5	13,0	11,5	11,4	11,3	13,7	13,2	9,0	9,6	13,0	12,6	-0,12	0,07	-0,43	-0,45	0,23	0,21
Y	11,7	11,8	12,0	11,3	12,1	12,6	14,4	14,0	10,5	10,8	13,0	12,6	-0,20	-0,10	-0,42	-0,27	0,14	-0,22
	13,0	13,1	12,2	11,7	12,8	12,0	14,5	14,0	10,1	9,5	13,4	13,4	-0,08	-0,03	-0,43	-0,42	0,35	0,13
	12,5	12,8	12,3	11,9	13,4	13,4	14,6	15,1	10,8	11,4	13,4	13,4	-0,38	-0,36	-0,83	-0,57	-0,07	-0,20
Z	10,1	10,5	12,5	11,2	11,3	11,6	12,1	12,5	10,4	10,4	12,6	11,3	0,12	-0,08	0,03	-0,07	0,02	[illegible]
	10,4	11,0	12,2	11,1	11,9	11,8	12,7	12,7	10,8	10,5	12,6	11,9	0,02	-0,12	0,03	-0,08	-0,05	-0,02
	10,3	10,8	12,4	11,8	11,7	11,9	12,4	12,6	10,9	10,2	12,7	12,0	0,13	-0,04	-0,05	-0,13	0,09	-0,[illegible]

TABLEAU 130

Eco	Sou Rel

Modulations de A à L

	Amplitude		Qualité		Force Moy		Forts		Faibles		Brillant		ΔL moy.		Δ Forts		Δ faibles	
L	12,6	13,5	10,6	11,6	12,0	12,3	14,3	14,2	9,0	8,6	12,2	12,6	-0,18	-0,29	-0,35	-0,45	0,42	-0,16
	13,6	14,5	10,5	11,9	12,7	13,0	14,7	15,3	8,6	9,5	13,4	12,9	-0,28	-0,37	-0,47	-0,48	0,55	-0,03
	12,0	13,7	10,8	11,8	12,6	12,6	14,6	15,2	9,0	9,6	13,0	12,6	-0,28	-0,39	-0,55	-0,58	0,43	-0,08
B	9,9	10,6	11,9	12,0	11,0	11,4	12,1	11,7	9,6	9,9	11,8	11,9	0,13	-0,01	0,13	0,15	0,19	-0,21
	9,9	10,0	11,9	11,5	11,2	10,9	12,0	11,0	9,6	9,6	12,5	11,4	0,11	0,08	0,18	0,12	0,18	-0,07
	11,2	10,4	11,9	12,3	11,1	11,3	12,2	12,0	9,7	10,0	12,4	12,0	-0,02	-0,08	0,18	0,15	0,13	-0,11
C	11,5	10,7	10,6	11,4	10,5	11,2	12,5	12,4	8,9	10,0	9,8	11,3	0,16	-0,02	-0,09	0,04	0,23	-0,08
	10,9	11,3	11,3	12,3	10,5	11,2	12,1	12,3	9,1	10,0	10,6	11,1	0,08	0,12	0,23	0,15	0,33	+0,06
	11,0	10,8	11,1	11,8	10,3	10,7	12,3	11,8	8,5	9,6	9,8	11,0	0,25	0,17	0,03	0,26	0,53	+0,02
D	7,9	8,7	11,0	12,2	10,7	11,0	11,7	11,1	10,1	10,2	10,0	11,2	0,03	-0,02	0,02	0,13	0,16	-0,11
	8,4	10,0	11,1	12,2	10,8	11,2	11,7	11,7	9,8	10,4	9,6	12,2	0,08	0,05	0,13	0,10	0,18	-0,04
	8,6	9,0	11,4	12,8	11,0	11,3	12,0	11,8	10,0	10,6	10,5	11,3	-0,03	-0,13	-0,07	0,01	0,09	-0,24
E	12,1	13,4	11,0	11,3	11,2	12,2	13,5	14,5	9,2	9,8	10,6	11,2	-0,14	-0,29	-0,36	-0,39	0,07	-0,05
	12,5	13,8	11,6	10,8	11,5	12,0	13,6	14,3	9,0	9,2	11,2	11,0	-0,14	-0,22	-0,30	-0,33	0,35	-0,03
	12,0	13,9	11,6	11,5	11,6	12,6	14,0	14,0	9,3	9,3	11,2	11,5	-0,23	-0,19	-0,32	-0,45	0,17	-0,18
F	13,6	14,0	11,6	11,0	11,8	12,3	13,9	14,3	8,9	8,3	11,2	11,8	-0,13	-0,24	-0,38	-0,38	0,44	0,07
	13,6	14,2	10,0	11,1	12,2	11,9	14,6	14,8	8,6	8,1	12,0	12,1	-0,21	-0,23	-0,54	-0,40	0,43	0,11
	13,7	14,2	10,5	10,9	11,6	12,3	14,2	14,7	8,0	8,3	11,3	12,0	-0,10	-0,18	-0,44	-0,52	0,53	0,16
G	11,0	12,3	9,0	10,1	11,9	12,5	13,3	14,2	9,8	10,8	10,5	10,7	-0,19	-0,30	-0,20	-0,24	0,25	-0,31
	12,0	11,7	9,3	10,2	11,9	12,2	13,6	13,6	9,4	10,6	10,8	10,8	-0,22	-0,19	-0,48	-0,20	0,08	-0,23
	11,5	12,2	9,0	10,1	11,8	12,4	13,4	13,8	9,7	10,5	11,0	10,8	-0,23	-0,22	-0,24	-0,12	-0,03	-0,18
H	12,7	13,4	9,0	10,8	11,8	11,9	14,4	14,6	9,0	9,8	10,0	10,2	-0,20	-0,22	-0,55	-0,48	0,23	-0,04
	13,2	12,8	9,8	9,6	11,3	11,8	14,9	14,3	9,4	10,0	9,9	10,1	-0,08	-0,26	-0,41	-0,57	0,32	-0,05
	13,1	13,4	9,7	9,8	11,4	11,9	14,3	14,8	8,9	9,6	10,9	10,3	-0,10	-0,13	-0,54	-0,55	0,35	-0,07
I	9,9	10,3	11,8	12,3	11,1	11,4	12,0	11,8	9,8	10,0	11,9	11,9	-0,17	-0,17	0,10	0,33	0,03	-0,13
	9,8	10,8	12,0	12,0	11,2	11,5	11,9	12,2	9,9	10,3	11,6	12,4	-0,08	0,02	0,01	-0,02	0,04	-0,08
	9,9	10,9	11,3	12,5	11,1	11,0	12,0	11,9	9,7	9,7	11,6	12,0	-0,08	0,05	0,06	0,13	0,16	-0,03
J	9,7	10,7	9,9	11,0	12,1	12,4	13,4	12,9	10,7	11,2	11,7	11,1	0,35	-0,33	-0,26	-0,11	0,10	-0,38
	10,0	10,4	9,9	11,2	11,8	12,1	13,3	12,9	10,2	10,7	11,8	11,4	0,16	-0,24	-0,25	-0,03	0,13	-0,10
	10,7	10,3	10,7	10,8	11,8	12,0	13,1	12,7	9,8	10,5	12,4	10,7	-0,11	-0,13	-0,21	0,04	0,13	-0,30
K	11,2	12,0	11,7	11,8	11,1	11,6	12,3	12,6	9,3	9,4	12,8	12,3	0,06	0,01	0,08	0,05	0,33	-0,06
	10,6	11,8	12,0	11,8	11,3	11,3	12,5	12,3	9,0	9,3	12,7	12,6	0,03	0,05	0,06	0,13	0,28	-0,01
	11,2	11,3	11,9	12,1	11,2	11,5	12,6	12,3	9,7	9,7	13,1	12,5	-0,01	-0,00	-0,02	0,21	0,28	-0,02
L	9,6	11,4	10,7	11,3	9,7	10,3	10,7	11,7	7,7	8,2	8,9	10,5	0,22	0,09	0,05	0,12	0,70	0,-
	10,2	11,5	11,0	12,1	10,2	10,8	11,5	11,9	7,7	8,2	10,0	10,8	0,13	0,17	0,04	0,18	0,53	0,3[illegible]
	9,1	11,3	11,3	11,5	9,6	10,5	10,6	11,9	8,1	8,3	9,0	10,5	0,27	0,09	0,11	0,03	0,76	0,[illegible]

TABLEAU 131

Eco	Sou Rel

Modulations de O à Z

	Amplitude		Qualité		Force Moy.		Forts		Faibles		Brillant		ΔL Moy		ΔL Forts		ΔL Faibles	
O	11,8	10,7	10,4	9,8	10,6	10,7	12,0	12,1	7,0	9,1	8,8	9,5	0,18	0,04	0,14	0,15	0,14	0,26
	11,7	11,2	10,5	10,0	10,2	10,5	11,6	12,1	7,3	8,4	8,5	9,9	0,18	0,05	0,08	-0,13	0,24	0,33
	11,2	11,6	10,1	10,3	11,0	10,8	11,8	12,8	8,3	8,6	9,0	10,1	0,10	-0,08	0,05	-0,26	0,13	-0,14
P	13,0	11,6	12,0	12,3	12,0	11,6	13,8	12,9	9,4	8,8	12,0	13,0	-0,07	0,02	-0,09	-0,28	0,03	0,22
	12,8	12,4	12,1	12,2	11,8	11,8	13,8	13,6	8,2	9,2	12,2	13,1	-0,02	-0,13	-0,21	-0,63	0,18	0,24
	12,5	11,9	12,0	12,1	11,9	11,5	13,5	13,0	9,0	9,1	12,3	12,7	-0,10	-0,12	0,03	-0,36	0,15	0,22
Q	12,7	13,1	11,9	11,4	12,5	12,0	13,6	13,3	9,7	10,3	12,7	12,5	-0,18	-0,18	-0,41	-0,43	-0,11	-0,04
	12,2	13,0	11,8	11,0	12,0	12,1	13,5	13,3	9,7	10,1	12,0	13,0	-0,07	-0,23	-0,27	-0,41	-0,05	0,19
	12,4	12,2	12,1	11,6	12,0	12,0	13,4	13,2	9,5	10,0	12,5	12,8	-0,05	-0,19	-0,15	-0,37	0,02	0,04
R	6,4	8,0	10,7	10,3	10,9	10,5	10,7	11,2	9,8	10,1	7,5	8,9	0,08	0,04	0,29	0,15	-0,24	-0,08
	6,9	7,8	11,3	10,4	11,0	10,5	12,0	11,1	10,3	9,6	8,6	8,8	0,12	-0,03	0,35	0,08	-0,22	-0,02
	6,9	7,5	11,1	10,5	10,8	10,7	10,7	11,0	10,3	9,8	8,0	8,9	0,11	0,02	0,34	0,03	-0,30	-0,06
S	12,0	11,4	10,9	9,4	11,6	11,0	11,8	12,6	8,1	9,6	10,6	9,4	0,10	-0,04	-0,03	-0,18	0,19	-0,01
	12,2	12,7	10,8	10,3	11,2	11,1	12,7	12,8	8,9	9,6	10,3	9,8	0,03	-0,05	0,10	-0,20	-0,21	+0,13
	12,0	11,4	11,3	9,8	11,8	11,2	13,3	12,5	9,2	9,7	10,5	9,8	-0,02	-0,01	0,09	-0,18	0,01	0,13
T	10,8	10,4	10,3	9,8	11,4	10,8	12,1	12,2	6,0	8,7	10,0	9,8	0,03	-0,06	0,13	-0,23	0,12	0,18
	11,3	10,6	10,4	9,6	12,1	11,5	12,6	12,9	6,7	8,5	10,8	10,1	-0,25	-0,20	-0,08	-0,32	0,19	0,46
	11,7	10,1	10,1	10,1	11,5	11,3	12,3	12,6	6,8	8,5	10,0	10,0	-0,06	-0,08	-0,02	-0,40	0,11	0,47
U	14,1	14,0	12,0	11,2	13,0	13,3	15,1	15,1	9,2	10,0	12,8	13,2	-0,12	-0,41	-0,43	-0,66	0,30	0,14
	13,6	13,6	12,3	11,4	12,7	12,4	14,8	14,2	9,3	10,2	13,2	12,6	-0,13	-0,32	-0,32	-0,71	0,12	0,15
	13,8	13,8	11,7	11,4	12,5	12,8	14,8	14,6	9,6	10,4	12,3	12,8	-0,20	-0,41	-0,40	-0,78	0,23	0,18
V	12,0	11,9	12,5	11,6	11,4	11,2	12,6	12,5	8,5	9,5	11,8	12,0	0,09	-0,06	0,21	-0,13	0,23	0,18
	12,5	11,7	11,6	11,1	11,2	11,2	12,1	12,3	8,7	9,6	11,9	11,9	0,13	-0,10	0,10	-0,23	0,17	0,23
	12,0	12,3	12,3	11,7	11,4	11,2	12,4	12,6	9,3	9,6	11,8	12,4	-0,07	0,00	-0,09	-0,18	0,05	0,14
W	11,4	10,5	13,0	12,8	11,8	11,3	12,8	12,3	9,7	9,5	12,3	14,1	0,07	-0,07	-0,04	-0,23	0,07	0,07
	10,6	10,0	12,3	13,3	11,4	11,2	12,1	12,0	9,6	9,8	13,2	14,0	0,11	0,01	0,31	0,00	0,07	0,11
	10,2	10,4	12,9	13,2	11,8	11,6	12,4	12,6	10,1	10,5	13,5	14,0	0,11	-0,04	0,14	-0,16	0,19	0,14
X	11,6	11,8	13,1	12,4	11,3	11,2	12,8	13,0	9,0	9,4	12,6	12,9	0,12	-0,02	0,08	-0,20	0,13	0,05
	11,8	12,6	13,3	11,8	11,8	11,4	12,6	13,1	9,1	9,4	12,3	12,3	0,10	0,02	0,05	+0,15	0,00	0,21
	12,0	12,3	12,8	11,8	11,3	11,4	13,6	13,2	9,4	9,3	13,0	12,8	-0,01	-0,04	-0,40	-0,48	0,23	0,20
Y	11,1	12,3	11,4	11,9	12,4	12,2	14,3	14,2	10,5	10,7	12,6	13,0	-0,05	-0,25	-0,23	-0,45	-0,10	0,03
	12,8	13,2	11,7	12,2	12,5	12,3	14,5	14,0	10,1	9,5	13,3	13,5	-0,05	-0,06	-0,30	-0,55	0,30	0,18
	12,6	12,6	12,6	11,6	13,5	13,3	15,1	14,6	11,6	10,6	13,7	13,1	-0,28	-0,45	-0,55	-0,84	-0,25	-0,02
Z	9,7	10,8	11,9	11,8	11,5	11,4	12,2	12,4	10,6	10,2	11,9	12,0	0,09	-0,06	0,18	-0,22	-0,07	0,04
	10,4	10,9	11,8	11,5	12,1	11,6	12,7	12,7	10,9	10,5	12,2	12,3	-0,03	-0,08	0,22	-0,27	-0,07	0,03
	10,2	11,0	12,4	11,8	11,9	11,7	12,6	12,3	11,0	10,2	12,5	12,1	0,13	-0,05	-0,01	-0,17	-0,01	0,03

TABLEAU 132

A	f m F

Modulations de A à L

Amplitude — Qualité — Force Moy. — Forts — Faibles — Brillant

	f	m	F															
A	11,7	13,8	14,4	10,9	12,1	10,8	9,6	12,0	12,9	11,6	13,6	16,2	7,0	9,0	9,6	10,9	12,8	11,8
	13,7	13,5	15,0	10,8	11,5	11,3	11,3	12,2	13,6	13,4	15,1	16,6	7,1	8,3	9,8	12,3	13,9	13,0
	13,0	13,6	14,6	11,0	11,5	11,2	11,5	12,3	13,5	13,1	14,4	16,8	8,1	8,3	9,7	12,4	13,4	12,9
B	12,3	10,1	9,9	12,1	11,7	11,3	10,5	10,6	11,4	10,9	12,3	12,9	9,5	9,1	10,0	11,4	11,4	11,9
	10,3	9,6	10,1	12,2	12,1	11,4	10,3	10,6	11,6	10,9	12,1	13,3	9,1	9,5	10,2	11,3	11,4	12,2
	10,8	9,8	9,9	12,4	11,7	11,1	10,8	10,9	11,9	10,9	12,1	13,3	8,7	9,3	10,7	11,5	11,8	12,2
C	10,9	11,1	12,0	10,4	11,4	11,7	10,2	10,9	11,7	10,8	11,9	13,8	8,0	9,6	9,6	10,4	11,2	11,8
	10,3	9,6	11,3	10,3	10,9	11,8	9,9	10,3	12,1	11,2	11,6	13,9	8,1	8,8	10,4	9,9	11,7	11,9
	10,3	10,3	11,8	9,7	10,6	10,8	9,6	10,6	11,7	10,3	12,4	13,9	7,8	9,4	10,0	9,2	10,3	10,6
D	7,9	6,9	7,4	11,4	11,4	11,6	9,9	11,3	12,9	10,0	11,1	12,6	9,3	10,8	11,4	9,9	10,2	11,5
	8,7	7,3	8,1	11,2	10,9	11,9	10,1	11,5	13,2	10,0	11,1	12,6	8,4	9,9	10,3	9,7	10,6	12,1
	8,4	7,3	8,0	11,5	11,2	11,8	10,3	11,0	13,2	10,1	11,2	13,4	8,8	10,8	11,2	9,9	11,2	12,1
E	12,9	12,8	13,5	9,5	12,6	12,1	10,3	11,4	12,1	12,3	14,0	15,8	7,7	8,8	10,1	9,7	11,9	12,4
	13,0	12,8	13,8	9,5	12,1	11,8	10,1	10,9	11,8	12,2	14,1	16,1	6,8	8,3	9,9	9,8	11,6	12,2
	13,1	12,6	14,7	9,6	12,2	11,2	10,2	11,8	11,2	12,4	14,4	16,5	6,9	9,3	9,7	9,6	11,6	11,4
F	13,6	13,4	14,4	10,8	11,4	9,4	10,6	11,8	13,3	12,1	14,6	16,6	7,1	8,3	9,9	11,2	11,8	10,8
	14,0	14,2	15,0	11,0	11,4	9,9	11,0	11,8	13,4	13,3	15,1	16,6	6,6	7,9	8,8	11,4	12,1	11,9
	13,4	13,8	14,7	10,9	11,1	9,4	11,3	11,8	13,8	13,1	14,6	16,6	7,4	7,6	9,5	10,9	12,3	11,4
G	11,8	9,6	10,9	9,1	10,1	10,4	10,6	11,8	13,6	12,1	13,9	15,9	8,9	11,1	11,3	10,5	11,1	11,1
	11,4	10,9	11,2	9,0	10,4	10,4	10,6	11,3	13,4	11,7	13,2	15,2	8,6	9,6	10,8	10,1	11,1	11,4
	11,4	10,1	11,4	9,4	10,9	9,1	10,8	12,1	13,3	11,7	13,0	15,3	9,1	10,4	10,9	10,2	10,3	10,3
H	13,9	12,3	15,3	10,3	10,1	9,9	11,1	11,5	13,9	13,5	14,0	17,3	7,8	9,1	10,6	10,5	10,9	11,3
	12,7	11,3	14,0	9,8	10,3	9,2	10,3	11,1	13,1	12,9	13,6	16,8	7,9	9,2	9,9	10,0	10,3	11,2
	12,9	12,7	14,9	9,7	10,2	9,6	10,4	11,0	13,4	12,8	13,8	17,1	7,8	9,3	10,3	9,6	10,6	11,4
J	10,8	9,5	10,3	11,4	10,7	12,8	10,2	11,0	11,8	10,5	11,9	12,8	9,1	10,7	10,4	11,2	11,4	13,3
	10,7	9,1	10,3	11,2	10,9	11,3	10,4	10,9	12,1	10,9	11,8	12,9	9,0	10,3	10,6	11,5	11,5	12,6
	10,9	9,3	10,1	11,4	11,8	12,4	10,4	11,2	11,9	10,2	12,3	13,2	9,4	10,3	10,4	11,4	12,0	13,1
J	10,2	9,1	9,9	10,6	10,8	11,4	10,8	12,3	13,1	11,4	12,8	15,2	8,8	11,9	11,9	10,6	10,9	12,6
	10,3	10,0	9,1	9,8	10,7	11,4	10,8	11,6	13,0	12,1	13,4	14,9	9,2	10,8	11,3	10,3	11,5	13,2
	10,7	10,4	10,3	10,1	11,3	10,6	10,5	11,9	12,9	11,0	13,0	15,1	8,9	10,1	10,9	10,3	11,5	11,6
K	11,2	11,2	11,4	11,9	11,8	11,3	10,3	11,2	11,6	11,6	12,7	13,9	8,7	10,0	9,0	11,6	12,5	13,3
	11,4	10,8	11,4	11,6	12,1	12,4	10,5	11,3	12,2	10,9	12,0	13,3	8,1	9,6	9,5	12,4	11,5	13,1
	11,2	10,5	10,6	12,1	12,0	12,6	10,4	11,6	11,9	11,0	12,5	13,4	8,2	10,3	10,4	12,1	12,3	13,5
L	9,4	9,8	10,7	10,2	11,5	10,8	8,9	10,1	11,6	9,3	12,1	12,9	6,4	7,5	9,5	9,1	12,1	10,9
	10,7	10,4	11,6	10,7	11,5	12,0	8,1	10,3	10,6	10,0	11,3	12,6	6,8	7,8	8,3	10,4	12,6	12,1
	9,6	10,0	11,0	10,1	11,3	10,3	8,6	9,4	11,4	9,2	12,1	13,2	6,3	7,4	9,2	9,3	11,6	10,8

TABLEAU 133

A	f m F

Modulations de 0 à Z

	Amplitude f	m	F	Qualité		Force Moy			Forts			Faibles			Brillant		
O	9,1	10,8	11,7	10,4	10,3	9,8	9,8	9,8	11,5	11,4	11,7	13,6	6,8	7,2	8,8	9,6	9,5	8,8
	9,9	11,9	12,3	10,4	10,4	11,4	9,9	10,4	11,4	11,5	12,3	12,6	6,2	7,4	7,9	10,7	9,8	9,4
	9,9	11,4	12,2	10,9	9,8	10,6	9,9	10,6	11,8	11,9	12,7	13,4	6,3	7,1	8,9	10,6	9,4	9,1
P	11,9	11,1	13,0	13,2	12,9	12,9	11,7	11,8	12,2	12,9	12,0	13,4	8,2	8,8	9,4	13,9	12,6	13,4
	12,4	12,1	13,0	12,2	11,9	11,6	11,4	11,2	12,7	12,9	13,3	14,6	6,2	8,8	9,8	13,6	12,6	12,9
	12,8	11,9	13,0	13,3	12,4	12,8	11,5	12,0	12,4	13,2	13,4	13,7	7,3	8,6	9,1	13,8	12,4	13,1
Q	12,0	11,6	14,4	11,8	11,6	12,6	11,4	12,6	13,1	13,4	13,9	14,8	8,9	9,3	9,9	11,9	11,8	13,3
	11,7	11,3	14,8	11,4	11,3	12,3	11,4	11,7	12,9	12,9	13,4	14,4	9,5	9,1	9,8	11,4	11,9	12,9
	12,4	11,1	13,6	11,3	11,6	11,9	11,4	11,3	12,6	12,6	13,1	14,0	9,6	8,8	10,3	11,8	11,4	13,6
R	7,6	9,8	8,1	9,1	11,1	9,8	10,4	10,6	11,1	11,0	12,0	11,3	8,6	7,0	8,8	7,3	9,1	9,1
	7,9	9,6	8,6	10,3	10,9	11,0	11,2	11,6	11,8	11,5	12,1	12,2	8,9	8,1	9,4	8,6	8,3	10,2
	8,5	9,3	8,8	10,2	10,2	11,0	10,3	10,9	11,8	10,8	11,7	12,4	8,0	7,2	9,4	8,1	8,9	9,6
S	10,9	11,1	13,5	10,2	10,8	10,9	9,9	12,0	11,7	11,8	12,9	13,1	7,9	9,1	9,1	9,4	10,7	10,4
	9,9	12,0	12,5	9,2	11,9	11,8	9,9	11,3	11,8	11,5	13,2	12,8	7,9	8,1	9,2	9,5	11,3	9,7
	11,1	11,6	12,7	10,8	11,3	10,9	11,3	11,7	12,1	13,1	12,9	13,4	9,3	8,4	9,8	11,0	11,3	9,9
T	11,7	11,2	11,3	9,3	9,5	10,6	10,3	11,1	11,8	11,8	12,7	12,7	6,2	7,0	9,7	10,3	10,0	10,8
	11,7	12,1	12,3	9,7	10,9	10,9	11,4	12,7	12,6	12,7	13,7	13,1	5,8	8,0	8,1	10,1	10,4	11,3
	11,2	11,1	12,3	10,4	9,8	9,8	10,9	11,7	11,9	12,5	12,3	12,6	6,7	7,1	8,4	10,6	9,6	10,8
U	13,5	12,9	15,1	12,1	11,8	11,7	12,3	12,7	14,1	14,0	14,9	16,3	8,4	8,3	9,3	12,4	12,8	13,6
	12,5	12,8	14,3	11,6	11,8	13,1	11,9	12,1	12,9	13,4	14,5	14,9	6,9	9,0	8,1	12,3	12,6	13,3
	13,1	11,6	14,4	12,4	12,3	11,4	12,0	12,8	13,3	13,6	14,5	15,3	9,0	9,1	8,1	12,8	12,9	13,4
V	11,4	12,8	13,6	11,4	12,3	12,1	10,6	11,5	11,8	12,5	13,4	13,1	8,3	7,7	9,1	11,6	11,8	11,1
	11,4	11,6	12,8	10,9	11,4	10,6	10,7	10,9	11,3	12,2	12,0	12,6	8,3	7,4	9,3	11,9	11,6	10,4
	11,0	12,4	12,8	11,4	11,7	11,5	11,2	12,0	12,0	12,3	13,4	13,5	8,8	7,3	8,8	11,4	11,9	10,7
W	12,0	11,0	11,8	12,9	11,4	13,9	11,3	11,3	12,3	12,4	12,6	13,1	9,3	8,8	10,1	14,1	12,1	14,6
	10,9	10,3	10,7	12,7	12,6	14,1	11,6	11,4	11,1	12,8	12,3	12,1	9,9	9,2	10,2	13,8	13,3	14,8
	11,1	11,0	12,3	12,8	13,4	14,4	11,9	11,8	11,9	12,2	12,6	12,7	10,4	9,6	9,9	13,8	13,8	15,0
X	10,3	11,8	13,5	11,7	12,9	11,9	9,9	11,4	12,2	11,9	12,3	14,1	7,1	8,1	9,7	11,6	12,9	13,5
	11,0	11,5	13,5	11,9	12,9	12,6	10,5	11,3	11,9	12,5	13,0	13,9	7,3	8,8	9,5	12,1	13,5	13,3
	11,8	11,3	13,8	11,6	13,0	11,4	10,6	10,9	12,2	11,7	12,6	14,7	7,9	8,9	9,2	11,3	13,4	13,4
Y	11,4	11,7	11,8	11,3	11,3	10,9	11,9	12,3	14,5	12,8	13,7	15,7	10,4	10,1	12,5	11,8	13,1	13,3
	12,4	11,4	12,9	11,6	12,1	11,8	12,1	11,9	13,4	13,9	13,6	15,0	9,0	9,3	10,5	12,6	13,6	13,3
	12,4	11,2	13,9	12,0	11,8	12,3	12,6	12,3	14,8	14,1	14,4	15,7	11,0	9,6	11,3	12,9	13,2	13,2
Z	10,8	9,1	10,9	11,3	10,1	11,1	10,7	10,4	11,6	11,9	10,9	12,4	9,1	8,6	10,6	12,0	8,6	11,.
	10,4	9,4	10,3	11,1	11,4	10,4	11,5	11,7	12,8	12,2	13,2	13,6	10,5	10,4	11,2	12,2	12,2	11,[illegible]
	10,9	9,3	11,5	11,1	11,4	10,9	11,4	11,4	12,8	12,4	12,6	13,6	9,9	9,6	11,4	12,1	11,0	12

TABLEAU 134

A	f m F

toutes modulations

	ΔL Moy			ΔL Forts			ΔL Faibles		
	f	m	F						
A	0,05	-0,11	0,42	-0,05	-0,38	-0,95	0,50	0,10	0,04
	0,08	-0,15	-0,40	-0,25	-0,24	-0,71	0,45	0,16	0,11
	-0,13	0,05	-0,68	-0,09	-0,31	-1,04	0,34	0,11	-0,13
B	0,05	0,03	-0,13	0,18	0,19	-0,04	0,18	0,03	-0,24
	0,04	0,15	-0,15	0,13	0,24	-0,14	0,19	-0,01	-0,11
	0,06	0,14	-0,25	0,03	0,23	-0,24	0,29	-0,08	-0,30
C	-0,06	0,04	-0,10	0,12	0,19	-0,15	0,38	0,03	-0,19
	0,09	0,10	-0,20	0,25	0,38	-0,16	0,50	-0,05	-0,18
	0,16	0,20	-0,09	0,34	0,44	-0,31	0,51	-0,04	-0,16
D	0,04	0,09	-0,31	0,19	0,33	-0,21	0,38	-0,10	-0,35
	0,10	0,13	-0,09	0,30	0,19	-0,10	0,36	-0,16	-0,15
	0,03	-0,05	-0,33	0,20	0,26	-0,18	0,14	-0,34	-0,44
E	-0,06	-0,09	-0,44	-0,01	-0,11	-0,68	0,40	0,04	-0,23
	0,16	-0,01	-0,31	0,03	-0,08	-0,75	0,45	0,26	0,01
	0,09	0,04	-0,45	0,04	-0,10	-1,08	0,36	0,09	-0,19
F	0,04	-0,06	-0,55	0,09	-0,21	-0,90	0,29	-0,03	-0,18
	0,01	0,01	-0,40	-0,14	-0,21	-0,78	0,56	0,20	0,18
	0,00	-0,04	-0,56	-0,06	-0,30	-1,04	0,54	0,15	0,00
G	-0,14	-0,06	-0,46	0,05	0,08	-0,85	0,11	-0,16	-0,24
	0,03	0,03	-0,60	0,12	0,13	-0,60	0,30	-0,08	-0,25
	0,03	-0,18	-0,58	0,36	-0,01	-0,93	0,28	0,04	-0,21
H	0,03	0,00	-0,58	-0,56	-0,03	-1,29	0,44	0,18	-0,14
	-0,03	0,01	-0,59	-0,08	-0,10	-1,29	0,46	-0,28	-0,11
	0,04	-0,06	-0,55	-0,14	-0,15	-1,30	0,51	-0,06	-0,23
I	-0,01	0,11	-0,24	0,30	0,26	-0,08	0,14	-0,16	-0,13
	0,03	0,15	-0,24	0,29	0,10	-0,13	0,13	-0,28	-0,39
	0,03	-0,08	-0,16	0,24	0,34	0,00	0,16	-0,16	-0,14
J	0,00	0,11	-0,35	0,03	0,05	-0,53	0,13	-0,40	-0,51
	0,01	+0,01	-0,31	0,10	0,03	-0,51	0,21	-0,20	-0,40
	0,03	+0,05	-0,31	0,18	0,10	-0,50	0,16	-0,10	-0,20
K	0,08	0,06	-0,14	0,11	0,11	-0,19	0,48	-0,20	-0,11
	0,01	0,06	-0,15	0,13	0,13	0,00	0,33	0,00	-0,21
	0,04	0,05	-0,14	0,16	0,18	-0,04	0,48	-0,08	-0,08
L	0,35	-0,05	-0,16	0,31	0,16	-0,29	0,73	0,11	-0,04
	0,25	0,12	-0,06	0,18	0,30	-0,26	0,70	0,02	0,13
	0,48	0,18	-0,14	0,35	0,28	-0,44	0,95	0,40	0,04

	ΔL Moy			ΔL Forts			ΔL Faibles		
	f	m	F						
O	0,44	0,01	-0,36	0,26	-0,03	-0,74	0,93	0,14	0,04
	0,28	0,10	-0,34	0,19	-0,06	-0,49	0,79	0,24	-0,09
	0,58	0,10	-0,40	0,03	-0,03	-0,66	0,96	0,20	-0,34
P	0,20	-0,08	-0,10	0,03	0,25	-0,23	0,53	0,13	0,05
	0,16	-0,04	-0,11	0,04	-0,03	-0,29	0,93	0,10	0,20
	0,14	-0,09	-0,24	0,01	-0,20	-0,31	0,61	-0,09	0,35
Q	-0,02	-0,42	-0,58	-0,11	-0,55	-0,80	0,21	0,05	0,01
	0,28	-0,21	-0,41	0,06	-0,46	-0,71	0,48	0,06	-0,21
	0,25	-0,11	-0,33	-0,05	-0,29	-0,58	0,34	0,00	0,11
R	0,11	-0,19	-0,25	0,26	-0,11	-0,30	0,36	-0,25	-0,13
	0,28	-0,11	-0,40	0,41	-0,15	-0,51	0,33	-0,15	+0,35
	0,13	-0,23	-0,40	0,35	-0,06	-0,36	0,50	-0,21	-0,55
S	0,29	-0,20	-0,30	0,10	-0,13	-0,51	0,46	-0,19	-0,16
	0,39	-0,28	-0,15	0,06	-0,34	-0,41	0,50	0,10	0,04
	0,24	-0,20	-0,31	0,05	-0,19	-0,61	0,29	-0,10	+0,25
T	0,28	-0,01	-0,29	0,11	0,08	-0,64	0,71	-0,10	-0,14
	0,14	-0,38	-0,38	-0,04	-0,18	-0,39	0,94	-0,10	-0,05
	0,04	-0,05	-0,34	0,06	-0,11	-0,54	0,64	-0,11	+0,13
U	1,04	-0,13	-0,90	-0,20	-0,28	-1,01	0,65	0,16	0,26
	-0,09	-0,17	-0,35	-0,30	-0,50	-0,53	0,68	0,28	0,38
	0,16	-0,30	-0,56	-0,05	-39	-0,93	0,40	0,00	0,38
V	0,13	-0,11	-0,18	0,14	-0,14	-0,28	0,63	0,16	0,01
	0,28	0,09	0,03	0,13	0,11	-0,48	0,66	0,24	0,15
	0,24	0,00	-0,34	-0,05	-0,22	-0,43	0,25	0,19	0,01
W	0,34	0,10	0,01	0,03	-0,48	-0,41	0,31	0,30	0,04
	0,25	0,00	0,09	0,13	0,23	0,01	0,36	0,09	-0,01
	0,31	-0,06	-0,04	0,15	-0,04	-0,05	0,26	-0,05	0,10
X	0,41	0,14	-0,30	0,10	-0,03	-0,63	0,55	0,26	-0,03
	0,35	0,03	-0,11	0,15	0,15	-0,40	0,70	-0,03	0,09
	0,36	0,08	-0,21	0,30	-0,14	-0,79	0,52	0,24	+0,01
Y	0,14	-0,15	-0,69	0,13	-0,24	-0,76	0,09	-0,06	-0,3
	0,21	-0,21	-0,56	-0,40	-0,09	-0,60	0,46	-0,01	-0,16
	0,11	-0,20	-0,86	-0,18	-0,34	-1,23	0,26	0,11	-0,2
Z	0,36	0,00	-0,16	0,26	0,02	-0,43	0,31	0,01	-0
	0,08	-0,13	-0,55	0,01	+0,24	-0,58	0,10	-0,08	-0
	0,11	-0,15	-0,30	0,01	-0,24	-0,58	0,14	-0,13	

TABLEAU 135

Eco	fm F

Modulations de A à L

	Amplitude			Qualité			Force Moy			Forts			Faibles			Brillant		
A	11,8	13,4	13,8	11,8	11,7	9,8	10,8	12,3	10,4	12,1	15,3	15,4	8,3	8,0	10,3	11,8	13,3	12,1
	12,9	15,1	14,2	12,0	11,3	10,3	11,4	12,9	14,1	13,2	16,0	15,8	8,3	8,1	10,6	12,8	13,7	13,0
	12,4	15,1	13,9	11,9	11,6	10,4	11,4	12,9	13,5	12,9	16,0	15,8	8,7	8,9	10,2	12,4	13,1	12,9
B	9,8	10,4	10,5	12,7	11,3	11,9	10,9	11,4	11,3	11,3	12,6	11,9	9,3	9,8	10,1	12,3	11,5	11,7
	9,0	10,1	10,8	11,9	10,9	12,3	10,1	11,3	11,7	10,5	11,8	12,3	8,4	10,1	10,3	12,4	11,8	11,6
	10,3	11,1	10,9	12,6	11,4	12,3	10,8	10,9	11,9	11,4	11,9	12,9	9,1	10,0	10,5	12,6	11,8	12,2
C	10,0	11,6	11,5	11,1	10,9	11,1	9,8	11,3	11,4	10,6	13,3	13,3	8,3	9,9	10,1	10,3	10,9	10,5
	9,6	12,0	11,8	10,7	12,4	12,3	9,9	11,2	11,4	10,6	13,4	12,6	8,4	10,0	10,2	10,9	10,8	10,9
	9,4	11,5	11,7	11,1	12,1	11,1	8,9	11,1	11,5	9,6	13,1	13,4	7,3	9,3	10,6	11,3	10,3	9,7
D	8,4	8,0	8,5	10,8	11,4	12,6	10,4	10,9	11,3	10,4	11,9	11,9	9,5	10,6	10,4	10,2	11,1	10,4
	8,9	8,7	8,5	10,7	12,1	12,3	10,6	11,1	11,3	10,9	12,1	12,0	9,3	10,3	10,6	10,4	11,2	11,0
	8,6	8,9	8,9	11,2	12,1	12,9	10,8	11,3	11,4	11,2	12,1	12,4	9,6	10,7	10,5	10,9	11,1	10,8
E	12,5	12,7	13,1	10,6	11,2	11,8	10,4	12,1	12,7	12,3	15,1	14,6	7,6	9,9	11,1	10,1	11,4	11,3
	12,1	13,5	13,7	10,1	11,4	11,9	10,6	11,8	12,7	12,1	14,9	14,8	8,0	9,0	10,4	10,1	11,8	11,4
	12,1	13,1	13,7	10,4	10,8	11,9	10,5	12,7	13,1	12,3	15,8	15,1	8,0	9,4	10,5	9,8	12,0	12,3
F	12,4	14,9	14,3	11,8	11,2	9,3	10,5	12,4	13,3	12,0	14,8	15,5	7,3	8,2	10,3	11,9	11,9	10,8
	12,9	14,9	13,7	11,4	11,1	9,2	11,1	12,1	13,1	12,8	15,7	15,6	8,1	7,5	9,4	12,3	12,6	11,2
	13,2	14,7	13,9	11,4	11,1	9,5	11,1	12,0	12,7	12,4	15,3	15,6	6,9	7,5	10,0	12,2	12,2	10,6
G	10,9	13,2	10,9	9,6	9,6	9,4	10,9	12,7	13,0	12,1	14,9	14,3	9,2	10,4	11,4	10,1	10,8	10,8
	10,6	13,6	11,4	9,6	10,3	9,3	11,0	12,1	13,1	11,8	14,4	14,6	9,1	9,9	10,9	10,1	10,9	11,4
	10,6	12,4	12,4	9,6	10,0	8,9	10,6	12,4	13,3	11,8	14,3	14,8	9,1	10,1	11,1	10,2	10,9	11,5
H	12,6	12,8	13,8	10,7	10,3	8,7	10,6	12,4	12,7	12,8	15,0	16,0	8,0	10,1	10,1	10,5	10,5	9,2
	12,8	12,8	13,5	10,0	10,3	8,8	10,1	12,3	12,2	12,2	14,5	15,5	8,1	10,5	10,4	10,6	10,1	9,3
	12,3	13,4	14,1	10,6	9,9	8,6	10,5	12,0	12,5	12,7	15,0	16,0	8,1	9,3	10,3	10,8	10,5	10,4
I	10,0	9,9	10,4	11,8	11,9	12,3	10,8	11,4	11,6	11,1	12,2	12,4	9,3	10,1	10,4	11,6	11,1	13,0
	9,8	10,5	10,6	11,3	12,1	12,7	10,1	11,7	11,6	11,3	12,5	12,3	9,5	10,5	10,4	11,6	11,6	12,7
	10,1	10,8	10,3	11,8	11,9	12,0	10,6	11,0	11,6	11,1	12,4	12,3	9,2	9,8	10,1	11,4	11,5	12,4
J	9,3	10,2	11,1	10,5	11,1	9,8	11,1	12,5	13,2	11,6	13,5	14,3	9,8	11,3	11,8	10,8	11,8	11,6
	9,2	10,1	11,3	10,7	10,9	10,0	10,9	12,0	12,9	11,6	13,6	14,1	9,4	10,9	10,9	11,7	11,9	11,4
	9,9	10,4	11,0	10,9	11,3	10,0	10,8	12,3	12,8	11,6	13,5	13,5	9,1	10,3	11,1	11,5	11,9	11,2
K	10,8	12,2	11,8	11,3	11,6	12,3	10,9	11,6	11,4	11,6	12,9	12,8	8,8	9,0	10,3	12,3	12,4	13,1
	10,8	11,3	11,5	11,1	12,4	12,3	10,9	11,4	11,5	11,6	12,8	12,9	8,4	9,0	10,0	12,6	12,0	13,3
	10,8	11,2	11,8	11,9	11,8	12,4	10,9	11,4	11,8	11,5	12,8	13,1	8,9	9,9	10,4	12,4	11,9	14,1
L	10,3	10,8	10,4	10,8	11,1	11,1	8,9	10,1	10,9	9,7	12,3	11,6	6,5	7,8	9,5	9,8	10,0	9
	11,1	11,3	10,2	11,4	11,9	11,9	9,6	10,9	11,1	10,6	12,6	11,9	6,5	8,2	9,2	10,8	10,9	96
	10,4	10,3	10,0	11,3	10,9	10,9	9,1	10,4	10,6	10,1	12,2	11,4	6,4	8,4	9,8	10,4	10,1	8,7

TABLEAU 136

Eco	f m F

Modulation de OaZ

	Amplitude			Qualité			Force Moy.			Forts			Faibles			Brillant		
O	9,7	10,6	13,3	10,7	10,1	9,5	8,9	11,2	11,8	10,7	11,9	13,6	6,7	8,6	9,0	8,8	10,3	8,5
	9,9	11,2	13,2	11,4	10,2	9,2	9,3	10,6	11,2	10,6	12,0	12,9	6,4	8,4	8,7	9,4	10,0	8,2
	10,3	10,9	12,8	10,9	10,4	9,3	9,6	10,8	12,3	10,6	12,5	13,8	7,1	8,5	9,8	10,0	10,3	8,5
P	12,3	12,4	12,3	13,4	11,9	11,2	10,6	12,3	12,4	12,2	13,6	14,2	7,6	9,4	10,3	12,1	12,4	12,5
	11,8	12,6	12,4	12,9	12,4	11,1	10,6	12,4	12,3	12,4	13,7	15,0	7,3	9,1	9,8	12,9	12,8	12,2
	11,4	12,5	12,8	12,9	12,3	10,9	10,7	11,8	12,7	12,1	13,4	14,2	8,3	8,9	10,0	12,1	13,1	12,2
Q	11,9	12,4	14,3	11,3	12,3	11,4	11,0	12,4	13,4	11,9	13,6	14,8	8,9	10,4	10,7	11,7	12,6	13,4
	11,9	12,0	13,8	11,4	11,8	10,9	11,0	12,0	13,2	12,4	13,1	14,7	8,6	10,1	11,0	11,9	12,3	13,4
	11,8	11,8	13,3	12,3	12,1	11,2	10,8	12,1	13,1	11,9	13,2	14,8	8,9	10,1	10,4	11,4	12,8	12,8
R	7,4	7,6	6,7	10,4	10,6	10,4	9,4	11,4	11,3	10,1	11,1	11,5	9,1	9,8	10,9	7,6	8,5	8,4
	7,3	8,1	6,8	10,5	11,2	10,8	9,9	11,2	11,1	11,1	11,6	11,9	9,9	9,9	9,8	8,7	9,3	8,2
	7,1	7,3	7,3	10,3	11,2	10,9	9,7	11,1	11,4	9,8	10,9	11,8	9,8	10,1	10,2	8,2	8,9	8,4
S	10,3	12,4	12,6	10,1	11,2	9,2	10,3	11,3	12,3	10,5	12,4	13,6	8,1	9,4	9,1	10,3	10,8	8,9
	11,3	12,8	13,3	10,5	11,4	9,8	10,3	11,4	11,8	11,6	12,4	14,1	8,6	9,3	9,8	10,3	11,0	8,9
	10,8	11,6	12,7	11,3	11,1	9,3	10,4	12,0	12,0	11,6	13,4	13,7	8,9	9,4	10,0	10,1	11,1	9,1
T	10,7	10,4	10,7	10,0	10,2	9,9	10,7	11,3	11,4	11,6	12,3	12,6	6,3	8,3	7,5	10,3	9,8	9,6
	11,2	10,4	11,3	9,9	10,0	10,0	11,1	11,4	12,9	11,8	12,7	13,9	6,5	8,4	7,8	11,6	9,8	9,9
	10,7	10,6	11,4	10,3	10,4	9,7	10,4	11,6	12,1	11,5	13,1	12,8	5,7	9,1	8,1	10,3	10,0	9,7
U	13,0	14,2	14,9	12,3	11,2	11,3	11,8	13,6	13,9	13,6	15,4	16,3	8,5	10,1	10,3	13,1	12,9	12,9
	12,6	13,3	15,0	12,0	12,2	11,3	11,3	12,9	13,4	13,1	14,8	15,6	8,9	9,9	10,3	12,3	13,3	13,1
	13,2	13,6	14,6	12,2	11,4	11,0	10,9	13,3	13,7	12,8	15,4	15,8	8,4	10,6	11,0	12,4	12,6	12,8
V	11,7	11,5	12,8	12,6	12,2	11,3	10,5	11,5	11,8	11,6	12,9	13,1	8,1	9,1	9,7	11,9	12,7	11,1
	11,9	11,5	12,8	11,8	11,2	11,2	10,6	11,1	11,8	11,7	12,0	12,9	8,9	9,1	9,5	11,9	11,9	11,8
	12,2	11,4	12,8	12,5	11,7	11,8	10,4	11,6	11,9	11,8	12,3	13,4	8,8	9,9	9,8	11,8	12,3	12,2
W	10,6	11,0	11,3	11,9	12,7	14,0	10,3	11,8	12,5	10,9	12,9	13,6	9,4	9,8	9,6	12,4	13,5	15,1
	10,2	10,1	10,6	12,4	12,7	13,2	11,1	11,2	11,6	11,6	11,9	12,7	9,9	9,6	9,6	12,9	13,0	15,0
	9,5	10,6	10,8	12,4	13,2	13,5	11,1	12,2	11,8	11,8	12,3	13,3	10,2	10,7	10,0	13,0	13,1	15,1
X	11,1	11,3	12,8	13,3	12,5	12,6	10,3	11,6	11,8	11,8	13,0	13,9	8,2	9,6	9,8	12,5	12,6	13,2
	11,1	11,9	13,7	13,1	12,8	11,8	10,8	11,8	12,1	11,2	12,9	14,4	8,1	9,8	9,9	12,6	13,1	12,6
	10,8	11,9	13,8	12,7	12,1	12,0	9,8	11,7	12,6	11,9	13,2	15,1	7,9	10,2	9,8	12,3	13,3	12,9
Y	11,4	11,9	11,9	11,8	11,1	12,1	11,5	12,8	12,7	13,0	14,6	15,1	8,6	11,3	11,9	12,8	11,8	13,8
	12,0	12,9	14,1	12,0	12,2	11,6	11,3	12,8	13,3	12,5	14,8	14,4	9,1	9,8	10,5	12,8	13,5	13,8
	12,1	12,4	13,4	12,5	12,3	11,4	11,8	13,6	14,8	13,0	15,2	16,4	9,9	11,3	12,1	13,1	13,1	14,0
Z	9,7	9,8	11,3	11,7	12,1	11,9	10,4	11,9	12,1	11,7	12,1	13,1	10,3	10,4	10,5	11,4	11,9	12,6
	9,7	10,9	11,4	11,4	11,8	11,8	10,8	12,1	12,7	11,4	12,8	13,9	9,9	10,9	11,3	11,9	12,4	12,4
	9,8	10,5	11,4	11,5	12,4	12,2	10,7	12,4	12,3	11,7	12,2	13,5	10,3	10,4	10,9	12,1	12,3	12,6

TABLEAU 137

Eco	f m F

Toutes modulations

	ΔL Moyens			ΔL Forts			ΔL faibles		
A	0,14	-0,13	-0,71	0,36	-0,49	-1,08	0,34	0,20	-0,15
	0,15	-0,20	-0,91	0,29	-0,50	-1,20	0,51	0,23	0,04
	-0,03	-0,16	-0,81	0,20	-0,69	-1,21	0,38	0,30	-0,14
B	0,30	0,05	-0,18	0,56	0,03	-0,18	0,30	-0,18	-0,15
	0,42	0,09	-0,23	0,68	-0,03	-0,21	0,58	-0,04	-0,36
	0,10	0,01	-0,26	0,50	0,23	-0,24	0,38	-0,05	-0,29
C	0,35	0,08	-0,21	0,49	-0,03	-0,53	0,39	-0,03	-0,15
	0,33	0,13	-0,15	0,63	0,15	-0,21	0,50	0,04	-0,01
	0,50	0,23	-0,11	0,75	0,13	-0,03	0,78	0,13	-0,09
D	0,18	0,08	-0,23	0,21	0,20	-0,19	0,21	-0,05	-0,09
	0,24	0,03	-0,21	0,43	0,10	-0,19	0,45	-0,14	-0,11
	0,05	-0,03	-0,26	0,24	0,09	-0,41	0,13	-0,16	-0,19
E	0,10	-0,10	-0,65	0,04	-0,25	-0,91	0,25	-0,01	-0,21
	0,14	-0,05	-0,63	0,34	-0,26	-1,01	0,54	0,11	-0,16
	0,09	-0,12	-0,61	0,28	-0,50	-0,93	0,24	0,13	-0,38
F	0,09	0,01	-0,66	0,28	-0,19	-1,23	0,41	0,24	0,08
	0,19	-0,11	-0,74	0,31	-0,46	-1,26	0,41	0,34	0,05
	0,20	-0,09	-0,53	0,28	-0,50	-1,21	0,58	0,37	0,13
G	0,14	-0,19	-0,69	0,14	-0,16	-0,64	0,30	-0,19	-0,20
	0,16	-0,08	-0,70	0,11	-0,14	-0,99	0,15	-0,08	-0,29
	0,11	-0,03	-0,76	0,35	-0,01	-0,88	0,23	-0,04	-0,50
H	0,11	-0,14	-0,60	0,30	-0,41	-1,44	0,56	-0,05	-0,24
	0,23	-0,05	-0,45	0,25	-0,46	-1,25	0,55	0,13	-0,28
	0,24	0,00	-0,58	0,25	-0,66	-1,34	0,39	0,12	-0,08
I	0,16	0,13	-0,21	0,60	0,23	-0,18	0,13	-0,03	-0,24
	0,16	0,04	-0,19	0,33	-0,04	-0,30	0,18	-0,13	-0,10
	0,24	0,08	-0,15	0,46	0,16	-0,34	0,20	0,04	-0,04
J	0,04	-0,06	-0,96	0,58	-0,10	-1,03	0,30	-0,26	-0,46
	0,15	-0,09	-0,66	0,30	0,06	-0,79	0,51	-0,08	-0,40
	0,14	0,03	-0,54	0,41	0,00	-0,66	0,21	-0,10	-0,33
K	0,25	0,04	-0,19	0,45	0,00	-0,25	0,41	0,10	-0,14
	0,10	0,05	-0,19	0,45	0,08	-0,24	0,35	0,04	0,03
	0,16	0,00	-0,18	0,40	0,08	-0,19	0,54	-0,08	-0,08
L	0,30	0,23	-0,06	0,40	0,06	-0,21	0,93	0,53	0,06
	0,45	0,08	-0,08	0,45	0,08	-0,20	0,51	0,23	0,03
	0,35	0,29	-0,10	0,45	0,05	-0,29	0,95	0,45	0,17

	ΔL Moyens			ΔL Forts			ΔL faibles		
O	0,54	0,00	-0,20	0,50	0,00	-0,51	0,45	0,24	-0,09
	0,45	0,00	-0,10	0,49	-0,09	-0,46	0,61	0,13	0,13
	0,40	0,05	-0,41	0,36	-0,11	-0,56	0,20	-0,19	-0,03
P	0,30	-0,04	-0,34	0,29	-0,33	-0,53	0,24	0,29	-0,15
	0,24	-0,10	-0,35	-0,09	-0,29	-0,73	0,45	0,15	0,04
	0,21	-0,04	-0,50	0,14	-0,09	-0,54	0,30	0,21	0,04
Q	0,15	-0,19	-0,50	0,10	-0,36	-0,99	-0,19	-0,09	0,05
	0,11	-0,19	-0,37	0,01	-0,49	-0,54	-0,23	0,17	-0,19
	0,11	-0,14	-0,34	0,09	-0,16	-0,70	-0,03	0,11	0,00
R	0,36	0,06	-0,24	0,63	0,05	-0,01	0,03	-0,15	-0,35
	0,31	0,08	-0,26	0,53	0,21	-0,08	-0,08	-0,06	-0,21
	0,29	0,14	-0,24	0,43	0,11	0,03	-0,08	-0,06	-0,40
S	0,44	-0,04	-0,31	0,51	-0,18	-0,64	0,20	0,08	-0,01
	0,30	-0,08	-0,26	0,36	-0,03	-0,49	0,06	0,06	-0,25
	0,35	-0,05	-0,34	0,43	-0,23	-0,33	0,03	0,24	-0,06
T	0,28	-0,10	-0,21	0,28	-0,19	-0,24	0,49	0,01	-0,08
	0,01	-0,03	-0,66	0,21	-0,16	-0,64	0,53	0,39	0,06
	0,21	-0,14	-0,29	0,23	-0,36	-0,48	0,69	0,01	0,21
U	0,13	-0,34	-0,58	-1,09	-0,55	-0,99	0,28	0,35	0,03
	-0,03	-0,19	-0,46	-0,03	-0,64	-0,98	0,24	0,18	-0,01
	0,15	-0,86	-0,70	-0,11	-0,64	-1,01	0,34	0,18	0,09
V	0,24	-0,01	-0,18	0,01	0,09	-0,18	0,06	0,20	0,21
	0,18	0,05	-0,19	0,11	0,13	-0,44	0,00	0,11	-0,04
	0,24	-0,03	-0,23	0,16	-0,16	-0,38	-0,05	0,28	0,05
W	0,23	-0,09	-0,14	0,21	-0,25	-0,38	0,18	0,03	0,11
	0,19	0,14	-0,15	0,29	0,15	0,03	0,15	0,01	0,25
	0,24	0,01	-0,15	0,40	0,00	-0,43	0,41	0,05	-0,08
X	0,35	-0,01	-0,19	0,36	-0,05	-0,49	0,18	0,09	0,00
	0,33	0,01	-0,16	0,39	-0,03	-0,51	0,15	0,06	0,10
	0,30	-0,05	-0,33	0,01	-0,36	-0,96	0,41	0,16	0,08
Y	0,14	-0,19	-0,40	0,14	-0,43	-0,74	0,21	-0,28	-0,05
	0,28	-0,15	-0,29	0,01	-0,51	-0,77	0,39	0,11	0,23
	0,08	-0,15	-0,93	-0,10	-0,69	-1,40	0,11	0,43	-0,48
Z	0,30	-0,01	-0,24	0,31	-0,06	-0,30	0,06	0,14	-0,1
	0,19	-0,04	-0,30	0,41	-0,04	-0,45	-0,05	0,00	-0,0
	0,26	-0,06	-0,08	0,18	-0,15	-0,30	0,14	0,04	-0

TABLEAU 138

114 Com	fmF

	Amplitude			Qualité			Force Moy			Forts			Faibles			Brillant		
O	9,6	13,6	10,6	9,4	12,6	9,6	8,0	10,8	12,5	10,0	12,2	13,8	5,8	4,6	11,4	6,2	10,6	9,8
	10,4	14,0	11,2	9,2	13,6	9,4	8,0	11,2	12,2	10,6	13,4	13,2	4,8	5,2	10,0	7,0	12,4	8,6
	8,4	14,2	10,0	10,0	13,0	9,6	8,2	10,8	11,0	9,8	13,6	12,8	5,8	4,6	9,0	6,6	12,0	8,2
P	10,0	11,0	11,4	10,6	11,0	10,4	9,6	10,8	11,8	11,2	13,0	12,0	6,2	7,6	8,2	9,4	12,2	9,8
	10,8	12,8	11,4	11,6	9,6	11,2	9,4	10,4	13,6	11,2	13,4	12,2	6,0	5,4	9,0	9,0	11,2	10,6
	8,6	14,0	9,8	10,8	11,2	10,4	9,4	11,8	11,6	10,4	14,0	12,4	6,0	6,6	8,8	9,4	12,6	9,6
Q	11,0	12,4	12,8	10,4	13,6	11,0	8,2	12,0	13,4	11,4	14,0	14,4	7,2	6,8	10,4	11,0	13,2	11,2
	12,0	11,2	12,4	12,2	12,4	10,8	10,2	10,6	13,2	11,6	12,8	14,2	7,4	6,2	11,0	11,6	12,2	11,4
	11,6	12,2	13,8	11,2	12,8	12,2	10,0	10,4	13,2	11,4	12,4	14,6	7,6	7,0	10,2	10,8	13,2	11,8
R	6,0	11,8	6,2	10,6	13,4	9,4	8,4	11,2	11,4	9,2	12,4	11,2	6,8	5,4	10,8	5,8	10,6	8,6
	6,6	12,4	6,8	9,6	12,4	10,0	8,8	11,8	11,4	9,6	12,8	10,6	7,4	5,8	10,2	7,6	11,4	8,6
	6,8	11,2	6,4	9,0	11,6	9,8	8,6	11,2	11,4	9,0	11,8	10,4	7,2	5,4	10,6	7,4	10,4	7,8
S	11,6	12,0	12,0	9,0	11,2	10,6	7,8	10,2	12,2	11,0	12,0	12,2	4,4	6,2	9,6	7,8	13,0	10,2
	10,6	12,8	10,0	8,6	12,8	9,8	9,0	10,8	11,6	11,0	13,0	12,0	5,2	5,8	10,8	8,0	12,2	10,2
	10,8	12,8	10,8	9,6	12,0	10,6	8,4	11,0	11,4	11,4	13,4	11,4	5,0	5,2	9,4	7,8	12,0	10,0
T	9,8	14,4	12,0	10,4	11,6	9,6	10,0	12,6	12,0	10,8	12,2	12,6	6,2	4,6	9,4	8,0	11,0	9,6
	10,4	14,0	11,2	9,2	10,4	8,8	10,2	11,6	12,6	10,8	12,6	12,4	5,4	3,8	9,0	8,4	11,6	9,0
	10,8	13,4	12,2	9,2	10,2	9,8	10,0	11,2	12,8	11,4	12,6	13,4	5,4	3,6	9,0	7,6	12,4	9,4
U	12,0	10,8	13,6	10,8	10,2	12,6	10,8	11,6	13,4	12,8	14,0	14,6	6,0	9,2	8,4	11,4	10,4	12,4
	10,4	13,8	14,0	9,8	8,6	11,6	10,2	12,0	13,4	11,4	14,6	15,2	6,2	6,8	9,0	10,8	12,4	11,4
	10,4	11,0	12,6	10,0	10,0	12,2	10,4	11,6	13,4	12,0	12,6	15,0	7,8	8,0	10,6	11,0	11,8	12,2
V	11,6	13,6	11,0	10,4	11,4	11,2	10,0	11,4	12,2	11,6	12,4	13,4	6,6	6,2	10,4	11,0	12,4	12,0
	10,8	13,0	12,2	9,0	11,4	12,2	9,4	11,6	10,6	10,8	12,8	12,4	6,4	6,2	8,4	9,8	10,6	12,6
	10,6	13,2	12,8	11,4	14,2	11,6	10,2	10,8	11,8	11,0	12,6	12,6	6,8	5,4	8,8	10,4	13,4	11,8
W	9,2	9,0	10,0	10,6	8,8	13,8	10,4	10,6	11,2	11,0	12,8	12,4	9,0	8,8	10,2	11,0	11,0	13,0
	8,4	9,4	10,2	10,0	11,6	14,2	8,2	11,0	11,2	9,8	12,8	11,8	5,8	9,0	10,2	6,6	10,8	12,6
	9,0	11,6	9,4	12,0	14,4	13,4	10,6	11,2	11,4	11,4	13,0	12,4	9,2	7,4	10,4	12,0	14,6	12,4
X	10,2	10,6	13,4	10,6	10,8	11,2	9,6	10,6	11,8	10,6	11,8	12,6	6,8	7,2	9,8	9,6	10,8	10,4
	9,8	12,0	11,8	10,0	11,8	11,4	9,0	11,2	12,0	10,0	13,6	13,6	6,8	7,0	9,0	9,8	11,8	10,6
	10,8	11,6	13,0	10,4	14,2	12,0	9,2	11,8	11,2	10,6	14,2	14,0	6,2	7,4	10,0	10,4	13,0	11,2
Y	9,6	9,8	10,6	11,4	9,6	12,2	10,8	11,2	12,6	11,8	13,0	13,8	8,8	8,8	12,2	10,8	10,0	13,6
	10,0	11,2	10,6	11,6	9,4	13,2	9,8	12,0	12,8	10,8	13,6	13,6	7,6	8,4	10,8	11,8	10,8	13,4
	9,2	12,8	11,4	11,4	9,2	12,4	11,0	12,2	13,8	12,4	15,2	15,8	9,2	7,8	11,8	11,6	9,8	13,0
Z	10,6	7,2	9,6	10,0	8,4	10,2	8,8	10,4	12,6	10,6	10,8	13,6	7,0	8,2	12,2	8,2	8,6	10,0
	10,4	9,6	9,4	11,6	10,4	10,2	9,8	11,0	11,8	10,8	13,2	12,4	8,0	9,0	11,2	10,4	12,0	9,4
	10,6	9,6	10,2	10,6	12,4	10,2	9,8	11,4	13,2	11,0	12,0	14,2	7,8	8,6	11,8	9,8	12,0	10,0

TABLEAU 139

114 Red	fmF

	Amplitude			Qualité			Force Moy			Forts			Faibles			Brillant		
O	8,2	8,4	12,0	10,6	12,4	10,6	8,0	9,8	13,4	10,2	12,8	14,8	7,4	6,4	9,6	7,2	10,4	11,0
	9,8	11,0	9,4	9,8	13,8	9,0	9,4	9,2	11,0	11,2	11,4	12,2	7,0	5,8	8,6	8,8	12,8	11,0
	11,0	10,2	7,6	9,2	13,4	11,4	9,2	9,8	10,6	10,0	12,0	14,0	6,2	7,6	7,6	7,8	12,4	11,0
P	11,2	12,0	12,2	11,6	12,0	12,6	11,4	10,8	11,2	12,8	12,8	14,0	6,6	7,0	8,8	11,2	12,0	13,0
	12,4	12,4	9,2	11,8	12,8	11,0	11,2	10,6	10,2	12,0	13,0	13,2	5,4	5,2	9,2	10,6	11,6	12,0
	11,2	12,2	9,8	11,2	13,4	13,0	12,0	11,0	12,0	11,4	13,0	14,8	6,8	7,6	7,6	10,8	11,6	13,6
Q	11,4	10,6	11,4	12,4	12,4	11,8	11,2	11,2	12,2	11,8	13,6	14,8	8,8	8,6	8,4	12,2	12,6	12,2
	11,6	11,2	9,2	12,2	12,0	9,6	11,4	10,8	12,0	12,4	12,6	15,0	7,8	8,4	10,0	11,2	12,2	11,8
	11,6	11,4	13,6	12,8	12,8	10,0	11,0	10,6	11,0	11,4	12,4	14,0	7,6	7,6	9,0	10,8	11,8	11,2
R	6,4	6,4	8,0	8,6	12,2	9,0	9,4	10,4	11,0	9,6	12,2	11,4	8,0	9,8	10,8	7,2	11,4	9,2
	6,4	5,6	7,6	9,2	12,2	9,6	9,2	9,8	11,4	9,6	10,8	12,8	7,6	8,8	10,2	6,8	10,0	9,6
	5,6	6,8	9,2	9,4	12,0	10,4	8,8	10,0	10,6	9,6	11,4	11,6	7,6	8,4	10,0	7,2	10,6	9,6
S	8,8	10,4	9,8	10,0	10,2	11,6	7,8	10,0	11,4	8,6	11,2	13,2	5,2	8,0	9,8	9,2	8,8	10,8
	9,6	9,8	11,0	9,6	13,0	12,2	8,2	10,6	11,8	8,8	11,8	13,8	5,2	9,0	9,4	9,4	11,0	11,8
	9,8	9,6	10,0	10,0	11,4	12,2	9,2	10,8	11,8	9,8	12,4	13,8	5,8	8,6	10,2	9,0	11,0	12,0
T	7,2	10,0	9,6	8,6	10,8	8,8	10,0	11,0	10,6	11,2	12,4	13,2	6,0	7,6	10,2	7,4	7,6	9,2
	8,2	9,8	8,8	9,0	12,2	12,6	10,2	11,4	11,8	11,6	12,6	13,4	6,6	8,8	10,0	8,0	11,0	10,2
	8,6	10,2	8,0	9,2	12,0	8,6	10,2	11,6	11,2	12,0	11,6	11,8	7,0	7,8	11,0	8,0	10,2	8,6
U	13,0	14,2	11,6	12,0	11,8	10,6	11,8	12,0	13,4	13,0	13,4	16,4	7,2	5,0	8,6	11,8	11,2	11,8
	11,8	12,0	10,6	11,6	12,8	11,2	11,4	10,6	13,0	13,0	12,4	16,4	7,0	7,0	9,0	12,2	13,2	13,0
	12,2	11,8	10,8	11,0	11,6	11,4	11,4	10,8	12,0	13,0	12,4	15,4	7,2	7,4	10,6	11,6	10,6	12,4
V	10,0	10,4	11,0	10,4	14,0	11,8	9,8	10,8	11,4	11,2	12,8	13,4	6,4	9,8	8,6	11,8	12,6	10,6
	10,0	10,2	12,0	11,4	11,4	10,8	9,4	10,2	9,6	10,6	11,8	12,4	6,8	7,6	9,2	11,6	11,6	10,4
	10,8	9,4	12,0	11,8	12,8	10,6	10,8	10,6	11,6	11,8	12,4	12,6	6,4	8,2	9,6	10,8	11,6	11,6
W	10,4	8,0	10,6	10,2	12,6	9,6	10,2	11,0	11,2	10,8	11,8	13,8	8,6	10,2	10,2	11,0	11,6	11,2
	9,6	7,2	10,0	11,0	11,8	11,2	11,0	10,0	10,8	11,2	11,8	12,4	8,4	8,0	9,4	12,2	10,4	11,4
	9,6	9,0	10,0	11,0	12,8	11,0	11,2	10,6	11,4	12,2	12,6	13,4	9,4	10,8	9,0	12,6	13,2	11,8
X	9,6	13,0	10,6	11,2	13,4	10,0	9,4	10,2	11,2	11,6	12,4	12,8	5,8	7,2	8,8	9,8	12,8	11,6
	9,4	11,2	10,8	10,8	14,2	13,8	9,4	10,8	12,0	10,4	12,6	15,0	6,0	9,8	8,0	9,4	14,6	14,2
	11,6	12,2	12,6	11,6	13,6	11,0	9,2	10,4	10,6	11,8	13,4	14,0	5,8	9,0	8,0	10,6	14,0	11,8
Y	10,6	9,4	9,8	10,6	11,0	12,4	11,4	11,2	12,2	13,0	13,2	13,0	9,6	7,8	9,2	11,2	10,8	12,0
	11,0	10,2	11,2	11,0	12,2	12,4	11,6	11,4	13,4	13,0	12,8	15,6	7,8	9,2	8,8	10,8	12,0	14,2
	11,2	10,4	8,4	11,0	13,2	11,2	11,8	11,8	13,0	13,2	13,4	16,2	10,0	9,2	10,6	11,6	11,8	13,0
Z	10,0	7,4	10,0	12,0	10,8	11,8	10,8	9,8	10,8	11,6	11,0	13,0	9,2	9,0	10,2	11,0	10,6	9,4
	10,4	8,4	10,8	11,6	10,6	11,6	11,4	10,8	11,4	12,4	11,4	14,0	9,6	9,2	11,0	12,0	10,6	11,
	10,0	7,8	10,6	11,4	11,2	11,8	9,6	10,6	12,4	10,8	11,8	14,6	8,4	9,4	10,6	10,6	10,6	1

TABLEAU 140

Bande complète | 114 Com Red | fmF | Bande réduite

ΔL Moy.			ΔL Forts			ΔL faibles				ΔL Moy			ΔL Forts			ΔL faibles			
0,20	0,00	-0,10	0,40	0,50	-0,10	0,40	0,00	-0,50		0,10	0,10	-0,40	0,40	0,30	-0,50	0,10	0,00	0,00	
0,30	0,10	-0,40	0,30	0,10	-0,80	0,50	0,00	-0,20	O	0,60	0,20	0,10	0,20	0,20	-0,50	0,50	-0,20	0,10	
0,30	-0,20	-0,30	0,40	0,00	-0,60	0,20	0,00	-0,30		0,30	0,00	-0,60	0,40	0,10	-0,60	0,50	0,00	-0,10	
0,30	0,00	-0,10	0,60	0,10	-0,10	0,20	-0,10	-0,40		0,20	0,30	-0,10	0,40	0,60	-0,30	0,90	0,10	0,20	
0,40	0,20	-0,30	0,50	0,10	-0,20	0,30	0,20	-0,20	P	0,50	0,00	-0,30	0,60	0,40	-0,30	1,00	0,10	0,30	
0,30	0,00	-0,00	0,30	0,20	0,00	0,60	-0,10	-0,50		0,30	0,20	-0,40	0,40	0,60	0,00	0,60	0,00	0,10	
0,70	-0,10	-0,30	0,50	-0,10	-0,70	0,00	-0,50	-0,10		0,00	0,00	0,20	0,40	0,30	-0,80	0,40	-0,40	0,60	
0,30	0,00	-0,20	0,30	0,10	-0,50	0,30	-0,10	-0,20	Q	0,20	0,00	-0,40	0,20	0,00	-0,50	0,30	0,00	0,00	
0,30	0,20	-0,40	0,40	0,00	-0,90	-0,10	-0,20	-0,20		0,70	0,20	0,10	0,30	0,60	-0,20	0,60	0,00	0,00	
0,20	0,00	-0,40	0,40	0,20	-0,20	0,20	-0,10	-0,50		0,30	0,10	0,00	1,00	0,40	0,10	0,20	-0,40	-0,50	
0,30	-0,40	-0,40	0,30	0,00	-0,30	0,00	0,00	-0,30	R	0,20	0,10	0,00	1,00	0,30	-0,20	0,30	-0,10	-0,10	
0,20	0,00	-0,20	0,40	0,30	-0,30	0,30	0,04	-0,40		0,30	0,10	-0,20	0,60	0,30	-0,10	0,50	-0,30	-0,30	
0,60	0,20	-0,40	0,50	0,40	-0,60	0,70	0,00	-0,30		0,10	0,10	0,00	0,90	0,80	-0,40	1,30	-0,20	-0,20	
0,20	-0,20	-0,20	0,20	-0,20	-0,50	0,80	-0,40	0,00	S	0,10	0,20	-0,10	0,90	0,10	-0,10	1,20	-0,10	0,10	
0,50	0,20	-0,20	0,20	0,00	-0,40	0,50	0,10	-0,20		0,90	0,20	-0,10	0,70	0,60	-0,10	1,30	-0,20	0,40	
0,10	0,10	-0,20	0,50	0,60	-0,40	0,20	-0,10	-0,30		0,10	0,10	-0,30	0,50	0,60	-0,50	0,00	-0,30	0,20	
0,40	-0,10	-0,20	0,60	0,50	-0,50	0,40	0,00	-0,40	T	0,20	0,00	-0,30	0,30	0,50	-0,30	0,00	-0,10	-0,20	
0,30	0,30	-0,10	0,30	0,40	-0,20	0,40	-0,50	-0,10		0,40	0,40	-0,30	0,30	0,90	-0,50	-0,10	-0,30	-0,20	
0,30	-0,20	-0,20	0,60	0,50	-0,80	0,30	-0,10	0,00		0,00	0,30	-0,50	0,00	0,80	-0,80	0,50	0,30	0,00	
0,20	-0,20	-0,20	0,30	0,10	-0,60	0,10	-0,30	-0,10	U	0,50	0,10	-0,30	0,40	0,60	-0,70	1,00	0,10	-0,3	
0,20	-0,20	-0,50	0,20	0,30	-0,90	0,60	-0,50	0,00		0,10	0,20	-0,20	0,20	0,70	-0,80	0,40	-0,10	-0,1	
0,40	0,00	0,00	0,60	0,40	-0,40	0,40	-0,40	-0,10		0,50	0,20	0,00	0,80	0,30	0,00	0,50	0,00	0,1	
0,30	0,00	-0,30	0,40	0,60	-0,40	0,30	-0,30	-0,20	V	0,40	0,20	0,00	0,60	0,10	-0,20	0,40	-0,10	0,1	
0,40	0,10	-0,30	0,30	0,30	-0,50	0,30	-0,10	-0,20		0,10	0,00	-0,10	0,50	0,00	-0,20	0,60	-0,20	0,3	
0,50	0,30	-0,20	0,60	-0,10	-0,20	0,00	-0,20	-0,20		0,60	0,20	0,20	0,70	0,50	-0,40	0,50	-0,30	-0,2	
0,30	0,10	-0,20	0,40	0,20	-0,20	0,20	-0,10	-0,20	W	0,20	0,10	0,00	0,30	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	
0,30	0,10	-0,10	0,60	0,30	-0,30	0,00	-0,10	-0,40		0,20	0,20	-0,40	0,30	0,00	-0,50	0,10	-0,10	0,4	
0,50	0,00	-0,20	0,30	0,40	-0,60	0,30	-0,10	0,00		0,30	0,20	0,00	0,50	0,40	-0,50	0,60	-0,10	-0,2	
0,30	0,10	-0,10	0,00	0,40	-0,50	0,30	-0,10	-0,20	X	0,50	0,20	-0,30	0,40	0,50	-0,80	0,50	0,00	0,2	
0,50	-0,10	-0,30	0,30	0,10	-0,80	0,50	-0,30	-0,20		0,30	0,00	-0,20	0,30	0,00	-0,50	0,50	-0,70	0,00	
0,30	0,10	-0,50	0,70	0,30	-0,70	0,10	-0,50	-0,60		0,40	0,20	-0,70	0,70	0,40	-0,60	0,30	0,20	0,1	
0,50	0,00	-0,30	0,90	0,30	-0,20	0,40	-0,50	-0,10	Y	0,20	0,10	-0,80	0,40	0,80	-0,70	0,20	-0,20	0,3	
0,10	-0,40	-0,70	0,40	-0,30	-1,00	0,00	-0,60	-0,50		0,20	0,30	-1,00	0,30	0,10	-0,90	0,20	0,20	-0,1	
0,60	0,20	-0,70	0,30	0,10	-0,70	0,90	-0,40	-0,40		0,80	0,40	0,20	0,60	0,60	0,30	0,00	-0,10	0,1	
0,50	-0,10	-0,30	0,30	0,30	-0,30	0,10	-0,30	-0,20	Z	0,10	0,30	-0,20	0,40	0,60	0,00	0,00	-0,20	-0,1	
0,40	0,30	-0,70	0,20	0,60	-0,50	0,50	-0,20	-0,60		1,00	0,00	-0,10	0,80	0,50	0,00	0,00	-0,30	-0,4	

TABLEAU 141

M, Qu, Sou, Com

A+Eco	M	fmF

Modulation de A à L

	Amplitude			Qualité			Force Moy.			Forts			Faibles			Brillant		
A	12,3	13,0	14,0	8,5	11,0	7,0	10,5	11,3	11,3	13,0	14,3	16,0	8,0	9,3	8,3	9,5	11,5	8,5
	12,3	14,8	14,5	8,0	12,0	10,8	11,8	11,0	13,0	13,5	16,0	15,0	8,5	8,3	8,5	11,5	14,3	11,0
	11,8	14,5	13,8	9,5	13,0	11,0	11,5	12,0	12,3	13,0	14,5	15,8	8,0	9,0	8,0	12,3	12,5	11,5
B	9,5	8,0	7,0	12,3	12,3	12,0	10,5	10,3	9,8	11,3	11,8	10,5	9,0	10,5	9,0	11,3	12,3	11,3
	8,5	7,5	7,8	12,5	13,0	10,8	10,0	10,8	10,8	10,3	11,5	11,5	9,0	9,8	10,0	12,3	12,0	10,3
	9,5	10,0	6,8	12,3	12,8	13,0	9,8	10,8	10,5	11,3	12,3	12,0	8,3	10,5	9,8	12,3	13,3	12,3
C	10,3	11,3	12,3	10,0	12,0	11,8	10,5	10,5	10,8	11,0	12,0	13,0	8,0	10,8	7,5	9,8	10,3	11,0
	8,8	13,0	9,0	9,5	10,8	13,3	9,8	9,8	10,3	10,3	12,8	11,3	8,5	8,3	9,3	8,5	11,8	11,8
	9,5	10,3	8,8	9,0	12,0	8,0	10,0	10,8	10,5	11,3	14,0	13,0	7,5	11,0	9,5	11,0	10,0	7,5
D	8,3	4,8	5,5	11,0	11,0	11,3	10,8	12,3	10,8	10,0	11,8	10,0	9,3	11,3	11,5	8,5	9,3	10,5
	8,3	6,3	6,8	9,5	10,5	13,5	9,5	11,3	10,0	10,0	11,0	11,3	8,0	11,0	9,0	9,0	10,3	12,3
	8,8	5,3	7,5	12,0	10,0	13,5	10,0	11,3	10,8	10,0	11,5	11,3	9,0	11,3	10,3	10,8	8,0	13,0
E	12,0	13,5	11,8	6,8	13,0	12,0	10,3	10,3	11,3	12,3	15,8	13,0	8,0	10,3	10,0	9,5	13,0	12,3
	12,0	14,0	11,3	7,0	13,3	13,3	10,8	11,3	11,3	12,0	14,8	13,8	8,0	7,8	9,8	9,8	12,0	12,8
	11,5	11,5	12,8	7,5	12,5	13,3	10,8	11,5	12,0	12,5	15,3	14,3	8,5	9,0	8,5	9,3	12,8	12,5
F	13,0	13,8	14,0	9,3	12,3	7,3	10,8	11,8	11,3	12,3	15,8	13,5	8,3	10,3	7,8	11,5	12,0	9,3
	12,8	15,0	14,0	10,5	11,8	10,3	12,0	11,5	11,5	13,3	16,0	15,0	8,0	7,0	7,8	11,8	12,5	11,3
	14,3	13,5	14,3	10,0	10,5	10,3	11,3	11,5	11,8	13,0	15,0	14,0	8,5	9,0	10,3	11,0	11,5	11,5
G	11,5	11,0	9,3	7,3	11,5	10,8	11,3	13,0	10,8	11,3	16,5	11,3	10,0	10,5	9,8	10,0	12,5	11,8
	10,0	14,5	9,5	6,3	12,5	10,8	11,0	11,3	11,3	12,3	15,0	12,8	9,3	8,0	8,8	10,0	12,0	11,3
	10,3	9,5	10,0	7,5	12,0	11,3	10,3	13,0	11,5	11,3	14,0	12,8	8,8	10,8	10,5	9,8	11,5	11,3
H	13,0	13,3	12,8	9,3	12,3	12,3	11,5	12,3	11,5	13,5	14,8	15,0	8,5	8,5	9,3	12,0	11,8	11,0
	14,5	10,0	11,3	9,0	10,5	9,3	11,3	10,8	10,3	12,8	14,5	12,8	9,0	11,0	9,3	10,8	9,5	9,3
	13,0	14,5	14,5	8,3	11,5	12,0	10,5	11,0	11,8	12,8	15,3	14,3	8,5	10,0	7,8	10,5	11,5	10,8
I	10,3	9,0	9,5	9,3	12,5	13,0	10,5	10,8	10,3	10,5	12,3	11,8	9,8	11,5	8,8	9,8	12,8	12,5
	10,0	9,5	8,8	9,3	12,5	11,8	10,8	11,3	11,0	10,5	12,8	11,5	9,8	11,8	9,5	9,8	11,3	11,8
	10,8	10,0	6,8	10,5	11,5	11,8	10,3	11,3	10,8	11,0	13,3	11,5	8,8	12,0	9,0	11,3	12,5	11,8
J	10,3	6,3	11,3	8,3	9,0	12,3	10,3	11,8	11,3	10,5	12,0	13,3	8,8	11,5	11,3	10,3	9,0	11,5
	10,8	8,8	8,3	9,5	10,5	11,0	10,3	11,5	11,5	12,5	13,5	13,3	9,3	10,8	10,3	11,0	9,5	11,3
	12,5	9,0	8,8	9,3	11,0	11,3	10,3	11,8	11,0	10,3	13,0	12,0	8,3	11,5	10,8	11,0	11,0	10,3
K	10,5	11,0	9,5	10,8	12,8	9,8	9,8	10,5	10,8	11,3	12,5	11,0	8,3	10,5	10,3	11,0	12,0	12,5
	9,3	9,0	8,3	10,3	13,3	12,8	11,0	11,5	10,5	11,0	11,8	11,0	9,5	10,3	8,3	11,8	11,8	12,0
	9,0	8,5	9,3	12,3	11,3	13,0	9,8	10,8	10,8	10,3	12,0	12,3	8,0	10,5	9,3	12,0	10,5	12,8
L	7,5	10,5	7,8	8,8	13,0	9,3	8,3	9,3	10,0	8,8	11,5	8,8	5,8	10,0	10,0	7,5	12,0	9,3
	10,3	11,3	8,8	11,5	11,0	11,3	6,0	10,8	9,3	10,3	11,3	10,8	7,5	7,0	7,0	9,8	12,0	10,0
	8,5	9,8	7,0	10,3	12,5	7,0	9,0	9,5	9,0	10,0	11,3	9,3	7,8	10,0	10,0	8,8	11,5	7

TABLEAU 142

M, Qu, Sou, Com	A+Eco	M	fmF

Modulations de O à Z

	Amplitude			Qualité			Force Moy.			Forts			Faibles			Brillant		
O	7,8	11,3	9,5	11,0	11,3	9,0	7,5	10,8	11,3	9,3	11,0	14,3	4,5	8,3	7,0	5,7	11,0	5,8
	10,8	11,3	12,3	12,0	9,0	12,3	10,8	10,5	10,3	7,0	10,0	11,3	5,0	8,5	8,3	7,8	8,8	7,5
	10,5	10,5	12,0	11,3	8,3	9,8	11,0	10,3	11,3	9,5	11,5	14,3	8,8	9,3	7,8	8,5	9,8	7,0
P	12,8	13,5	14,0	13,8	11,0	13,0	10,5	11,5	12,3	13,3	11,8	14,5	7,3	9,5	10,0	11,5	10,3	11,3
	13,0	13,3	13,3	11,5	11,0	10,8	12,5	10,8	12,5	14,5	12,3	16,5	8,8	9,0	8,8	9,8	11,5	10,3
	10,8	12,0	11,5	12,3	11,8	11,5	12,3	11,8	12,8	14,0	12,5	14,5	10,5	10,5	10,3	10,8	12,8	10,8
Q	12,5	12,3	14,5	13,0	11,5	14,3	12,0	12,5	12,8	12,5	13,0	15,5	8,5	10,5	10,0	13,8	12,5	16,8
	12,5	12,3	13,5	13,0	11,5	13,5	11,5	11,8	12,5	12,3	12,8	15,3	7,3	9,8	11,0	13,0	12,5	16,0
	11,8	12,8	13,5	13,3	11,0	14,8	10,5	12,0	12,0	11,5	12,0	15,5	7,3	9,3	10,3	11,3	10,8	16,8
R	8,8	8,3	3,8	12,0	10,3	9,0	10,0	10,5	11,5	11,3	9,0	11,5	10,5	8,8	10,5	5,0	9,0	11,5
	8,8	8,0	4,8	12,0	10,0	11,0	10,0	9,8	11,0	13,3	9,8	12,8	13,0	10,0	9,5	8,8	9,5	8,8
	8,3	9,3	7,0	12,5	10,0	11,0	10,0	9,8	12,0	8,3	10,5	12,0	12,0	9,3	10,5	5,8	9,0	10,5
S	9,5	13,8	15,0	10,0	8,8	9,5	10,0	11,8	11,8	8,0	12,3	13,5	7,8	9,8	7,0	8,3	9,0	6,0
	11,8	12,5	13,0	10,3	8,8	12,3	10,0	11,0	11,3	10,8	11,0	13,0	8,0	9,0	8,0	8,5	8,3	6,3
	10,0	13,3	13,8	10,8	9,3	10,5	12,0	11,5	11,3	12,8	11,5	13,3	10,5	9,5	9,5	10,3	9,3	5,5
T	13,5	11,3	8,3	7,3	6,0	12,0	9,5	10,0	11,3	11,0	10,3	13,3	2,0	8,5	7,0	8,3	6,3	12,5
	13,0	12,3	11,5	8,8	7,0	12,5	12,3	11,8	12,0	12,8	12,8	12,8	5,0	9,5	6,3	11,8	7,5	12,5
	12,8	12,8	11,3	9,5	7,3	12,8	11,0	11,8	11,3	12,5	11,5	12,0	3,5	10,3	6,3	11,0	7,0	13,5
U	15,0	14,8	16,5	12,8	9,3	13,0	13,5	14,5	14,0	15,0	14,5	16,5	6,3	10,8	7,0	11,8	10,3	15,3
	12,5	12,8	15,5	11,3	10,8	14,8	12,8	12,3	12,5	14,0	12,3	15,8	10,0	9,3	7,3	10,5	12,5	16,0
	13,8	12,5	15,5	12,0	9,8	10,8	12,3	13,5	13,0	13,5	13,5	16,5	7,5	9,5	7,5	11,3	10,0	15,3
V	12,5	12,0	13,8	14,3	11,5	13,0	11,8	12,0	11,3	12,3	13,0	13,0	8,3	9,0	6,8	12,8	11,5	10,8
	13,5	11,5	13,5	14,0	9,8	12,5	10,3	11,5	12,0	10,5	11,3	14,0	8,8	9,5	9,0	12,3	10,8	11,0
	11,8	12,0	13,8	14,5	10,3	13,3	11,5	10,8	13,0	12,5	11,3	14,0	9,8	9,0	10,0	11,3	12,0	9,8
W	11,0	10,8	13,5	13,0	13,3	14,8	11,0	10,5	11,5	10,3	11,3	14,3	10,3	9,3	9,0	13,5	12,8	16,3
	12,5	10,0	11,8	13,8	12,5	14,3	12,8	10,5	11,0	12,3	10,5	11,8	10,8	9,5	9,5	14,8	12,8	15,5
	10,5	10,0	12,8	13,8	13,0	15,5	12,3	11,0	11,5	12,8	10,8	13,3	10,5	9,8	7,5	14,0	14,0	16,0
X	12,0	11,8	15,0	14,3	11,8	13,8	11,8	11,5	11,8	13,5	11,5	15,3	8,0	7,8	9,8	12,3	12,5	15,0
	11,5	9,8	13,5	14,5	12,5	14,3	12,3	10,8	11,0	10,5	13,0	15,3	7,5	8,0	9,5	13,5	12,5	14,8
	12,5	9,8	15,0	15,0	13,0	12,0	10,0	11,5	10,8	13,8	13,0	16,3	8,3	10,0	10,5	14,0	13,0	14,3
Y	10,8	12,3	9,5	9,8	10,3	10,8	11,5	11,3	15,0	13,5	13,0	17,3	7,3	11,8	14,0	13,0	10,3	15,5
	13,5	11,0	16,0	11,5	11,8	12,3	12,8	12,8	13,5	13,8	13,5	16,8	10,0	10,5	10,8	13,0	11,8	15,8
	13,5	11,5	12,8	11,5	11,5	12,5	12,5	12,3	15,5	13,3	13,0	15,0	10,5	10,3	13,0	12,5	12,0	15,0
Z	8,5	9,3	11,5	12,8	10,5	12,3	8,3	11,0	13,3	10,8	9,5	15,3	11,3	9,5	11,5	12,3	9,3	13,8
	9,3	11,0	9,0	13,8	10,5	9,3	12,0	11,3	13,3	11,3	11,8	15,5	12,3	10,5	11,3	13,5	11,0	13,3
	8,5	9,0	11,5	12,8	10,5	12,3	8,8	12,8	13,3	11,5	9,5	15,8	11,3	9,8	12,5	12,8	10,3	13,5

TABLEAU 143

M, Qu, Sou, Com

A+Eco	M	f m F

	ΔL Moy			ΔL Forts			ΔL Faibles		
A	0,30	-0,15	-0,30	-0,15	-0,45	-0,75	0,60	0,15	0,30
	0,10	-0,15	-0,20	0,40	-0,50	0,10	0,95	0,40	0,00
	0,30	0,05	-0,05	0,05	-0,50	-0,15	0,60	0,25	-0,25
B	0,25	-0,10	0,00	0,40	0,35	0,60	0,70	-0,35	-0,45
	0,40	0,15	-0,25	0,70	0,00	0,00	0,50	0,00	-0,10
	0,15	0,10	0,05	0,35	0,15	0,10	0,45	-0,20	-0,30
C	-0,05	0,10	0,05	-0,35	0,15	0,25	0,20	-0,30	-0,60
	-0,05	0,10	-0,05	0,20	0,05	0,35	0,50	0,40	-0,10
	0,55	0,35	-0,25	0,75	0,25	-0,20	1,05	-0,10	-0,40
D	-0,20	-0,05	-0,25	-0,10	0,05	0,05	0,15	-0,25	-0,75
	0,15	-0,10	-0,05	0,15	0,15	0,00	0,15	-0,65	0,10
	0,00	-0,05	-0,15	0,15	0,40	0,25	0,25	-0,55	-0,50
E	-0,10	-0,05	-0,30	-0,50	-0,80	-0,05	0,25	-0,10	-0,20
	-0,35	0,05	-0,05	-0,75	-0,25	-0,15	0,60	0,15	-0,10
	-0,45	0,00	-0,15	-0,65	-0,40	-0,30	0,35	-0,05	-0,20
F	-0,05	0,05	-0,15	0,15	-0,15	0,00	0,45	-0,20	-0,10
	0,10	-0,25	-0,10	-0,10	-0,25	-0,25	0,35	0,20	-0,10
	0,15	0,07	-0,35	-0,45	-0,75	0,00	0,60	0,35	-0,50
G	-0,75	-0,10	0,40	-1,00	-0,20	0,95	-0,20	-0,10	-0,05
	0,10	-0,10	0,00	-0,40	-0,15	0,15	0,20	0,15	-0,35
	-0,25	-0,35	-0,15	-0,50	-0,60	0,35	0,05	0,10	-0,85
H	-0,05	-0,15	-0,35	-0,20	-0,45	-0,65	0,50	0,15	-0,50
	0,00	-0,30	-0,30	0,35	-0,30	-0,30	0,25	-0,40	-0,50
	0,05	0,00	-0,10	-0,45	-0,65	-0,30	0,60	0,05	-0,25
I	-0,20	-0,10	-0,00	0,05	0,15	0,00	0,40	-0,40	-0,10
	-0,10	-0,15	-0,40	-0,20	-0,05	-0,15	0,00	-0,60	-0,25
	0,15	-0,20	0,20	0,20	-0,05	0,45	0,65	-0,10	-0,05
J	-0,15	-0,85	-0,40	0,10	0,20	-0,05	0,50	-0,65	-0,50
	0,05	-0,55	0,05	0,20	-0,40	0,25	0,55	-0,55	-0,20
	-0,10	-0,20	0,10	0,10	0,05	0,35	0,25	-0,20	-0,45
K	0,15	0,00	0,20	0,00	-0,10	0,10	0,75	-0,20	-0,70
	0,05	0,00	0,00	-0,35	0,25	0,45	-0,15	0,30	-0,15
	0,15	0,00	0,00	0,15	0,20	0,50	0,65	-0,50	-0,50
L	1,05	0,20	-0,10	0,25	0,15	-0,10	1,50	0,15	-0,35
	0,50	0,20	-0,15	0,10	-0,06	-0,15	1,35	0,35	-0,10
	1,00	0,20	-0,10	0,60	0,10	-0,45	1,50	0,80	0,55

	f ΔL Moy. m F			ΔL Forts			ΔL Faibles		
O	1,00	0,25	-0,10	0,60	0,20	-0,70	0,70	0,30	-0,10
	0,70	0,05	0,00	0,65	-0,40	-0,10	0,55	0,25	0,00
	0,75	0,15	-0,25	0,50	-0,35	-0,50	0,20	0,50	0,15
P	0,45	0,20	-0,65	0,60	0,25	-0,60	0,15	0,20	-0,20
	0,45	0,20	-0,80	0,05	-0,35	-0,75	0,25	1,00	0,50
	0,25	0,05	-0,40	0,30	0,25	-0,70	0,60	0,50	0,20
Q	0,35	-0,50	-0,30	0,35	-1,00	-0,85	-0,15	0,00	0,30
	0,90	-0,45	0,00	0,45	-0,80	-0,25	0,40	0,00	-0,40
	0,25	-0,25	-0,25	0,15	-0,50	-0,55	0,15	0,25	-0,35
R	0,50	-0,60	-0,25	0,80	-0,80	-0,05	-0,30	-0,45	-0,05
	1,10	0,00	-0,40	0,90	-0,20	-0,10	0,50	0,25	-0,35
	0,50	-0,60	-0,20	0,90	-0,60	0,10	0,50	-0,35	-0,70
S	1,55	-0,25	-0,25	1,35	-0,70	-0,25	0,60	0,10	0,05
	0,85	-0,20	0,00	0,80	-0,50	-0,20	0,70	0,70	-0,05
	0,80	-0,15	0,00	1,20	0,00	-0,25	-0,05	0,25	0,10
T	1,20	-0,25	-0,50	0,90	-0,15	-0,55	0,95	0,25	-0,15
	0,35	-0,35	-0,30	0,70	-0,80	-0,20	0,85	0,80	0,25
	0,10	-0,25	-0,15	0,60	-0,70	-0,40	0,65	-0,45	0,20
U	0,35	-0,85	-0,65	-0,30	-1,40	-1,05	0,60	0,20	0,65
	0,15	-0,50	-0,40	0,15	-1,25	-0,70	0,50	0,10	0,55
	0,25	-0,80	-0,55	-0,05	-1,10	-0,90	0,75	-0,05	0,35
V	0,50	-0,40	-0,05	0,80	-0,85	-0,25	0,50	-0,05	0,35
	0,50	0,15	0,00	0,60	0,20	-0,55	0,45	0,45	-0,30
	0,20	-0,10	-0,30	0,30	-0,40	-0,40	0,10	0,50	-0,25
W	0,70	0,20	0,10	0,75	-0,35	-0,40	0,10	0,60	0,05
	0,15	0,20	-0,15	0,10	0,10	0,05	0,10	0,85	0,35
	0,75	0,10	0,05	0,65	-0,10	-0,15	0,20	0,20	0,10
X	0,75	0,10	-0,15	0,35	-0,45	-0,35	0,10	0,60	-0,10
	0,75	0,00	-0,25	0,65	-0,60	-0,55	0,35	0,85	0,10
	0,35	-0,10	-0,25	0,15	-0,50	-0,90	0,35	0,20	0,30
Y	0,85	-0,45	-1,00	0,75	-0,75	-1,05	0,75	0,50	-0,60
	0,70	-0,55	-0,50	-0,25	-0,50	-0,85	0,40	0,30	0,20
	0,25	-0,45	-1,10	-0,05	-1,05	-1,85	0,00	1,00	-1,15
Z	0,95	-0,25	-0,45	0,60	-0,20	-0,90	0,50	-0,35	-0,2
	0,40	-0,15	-0,40	1,05	-0,55	0,45	-0,35	-0,05	0,10
	0,90	-0,25	-0,05	0,60	-0,30	0,75	0,55	-0,15	-0

TABLEAU 144

S, Qu Sou Com | A+Eco | S | f m F

Modulation de A à L

	Amplitude			Qualité			Force Moy			Forts			Faibles			Brillant		
A	12,0	11,5	15,3	12,8	11,3	12,3	10,5	10,5	14,5	12,0	13,3	16,5	8,8	7,3	9,5	12,3	11,3	14,5
	13,0	13,5	13,3	12,8	11,0	12,5	11,0	13,0	14,0	11,8	15,3	16,5	9,0	5,0	9,0	13,0	12,8	15,5
	13,5	14,5	15,0	12,3	12,0	11,3	11,8	12,5	14,0	12,8	15,5	17,3	9,5	8,0	10,3	18,8	12,8	14,5
B	10,8	10,3	10,5	13,5	11,8	11,8	10,5	11,3	12,0	10,8	12,8	13,8	9,0	9,3	10,3	12,5	10,5	12,8
	10,3	9,0	11,0	13,5	12,0	10,5	10,0	11,0	12,0	10,8	11,3	14,0	8,0	9,3	10,0	12,9	9,8	14,3
	11,0	11,5	11,5	13,5	10,8	10,8	10,3	10,8	12,3	10,8	11,8	13,6	8,3	9,5	11,3	12,8	10,0	13,5
C	11,3	11,5	11,8	11,3	11,0	10,5	9,5	10,0	11,3	10,3	12,0	13,5	7,5	8,0	9,0	11,0	8,8	10,5
	10,8	11,3	10,8	10,5	12,0	10,8	9,0	10,3	12,0	10,0	13,0	13,3	7,8	7,8	9,8	11,3	10,8	12,3
	10,8	11,0	11,0	11,0	11,0	11,5	9,5	10,3	11,5	10,5	11,3	13,5	8,0	5,8	10,3	11,8	7,3	11,8
D	9,3	6,3	7,5	11,5	11,5	10,8	9,0	9,8	11,3	9,5	11,0	13,3	8,3	9,8	10,3	10,8	8,8	11,3
	9,5	7,5	9,5	11,3	11,3	8,8	9,3	11,3	11,5	10,8	11,3	12,5	7,8	9,0	9,5	11,0	8,5	10,8
	8,8	8,0	8,3	10,0	11,8	9,0	9,0	11,5	11,3	9,8	11,8	13,8	7,8	9,8	9,8	10,5	10,3	10,5
E	12,8	12,0	11,0	9,0	13,0	12,3	10,3	12,5	13,5	12,3	14,3	15,5	4,5	9,3	10,5	8,5	9,5	12,5
	11,8	14,0	11,5	9,5	12,5	10,0	10,5	12,3	12,8	11,5	15,5	14,5	4,8	9,8	9,8	9,3	11,3	10,5
	12,8	13,8	13,0	10,0	10,8	10,8	10,3	12,5	13,0	12,0	15,8	15,8	5,0	9,0	10,0	9,3	10,0	12,5
F	13,3	13,5	14,5	12,0	11,3	9,5	10,8	12,0	13,8	12,3	14,3	16,3	8,3	8,3	7,8	12,5	11,0	12,5
	13,5	14,5	13,5	11,3	11,0	9,8	11,3	11,8	14,0	12,0	15,3	16,0	8,5	7,5	6,5	12,5	11,8	14,8
	13,3	14,3	13,8	12,3	10,5	9,8	10,8	12,3	12,8	11,5	14,8	15,8	8,0	6,3	5,8	12,5	11,3	12,8
G	12,0	11,0	11,3	10,3	10,5	10,0	10,0	12,3	11,3	10,8	14,5	15,5	8,3	10,5	9,5	10,5	11,3	10,3
	11,8	11,3	11,3	9,5	11,5	10,5	10,0	12,3	12,8	10,5	14,3	14,5	8,3	9,8	10,0	10,3	11,3	12,5
	11,5	11,5	12,3	9,5	11,5	7,0	9,3	11,5	14,0	10,3	14,0	15,5	8,3	9,3	10,0	10,3	11,8	11,0
H	13,8	13,5	12,3	10,5	13,5	8,5	10,8	12,3	12,8	13,0	14,5	16,8	8,0	8,3	9,5	11,5	13,8	10,0
	13,3	12,5	12,5	10,3	13,5	8,5	10,5	11,3	13,8	13,3	12,5	15,8	7,8	8,0	9,8	11,5	9,5	10,5
	13,8	12,3	14,3	11,5	10,5	6,3	11,0	11,8	13,5	13,3	14,0	17,0	8,0	7,0	10,0	11,5	11,3	11,0
I	11,0	10,3	11,3	13,3	10,8	10,5	10,5	10,8	11,0	10,5	11,8	13,8	9,0	9,3	10,0	13,0	10,3	12,0
	10,0	10,0	9,8	12,3	11,0	11,5	9,8	11,3	11,8	10,0	12,0	12,8	8,5	9,3	9,8	12,0	10,8	12,5
	10,3	10,0	9,8	12,8	12,0	12,3	10,5	10,8	11,8	10,8	12,3	13,0	9,3	9,0	9,8	12,3	10,8	12,5
J	9,3	7,0	10,5	10,5	12,0	12,8	10,3	12,8	13,8	10,8	14,0	14,8	8,8	12,0	12,0	11,5	9,8	14,0
	9,3	8,8	10,5	9,3	12,3	12,5	9,8	11,8	12,8	10,0	14,0	14,5	8,8	11,5	10,5	11,5	11,3	13,8
	8,3	8,8	12,0	10,0	11,0	11,8	9,5	12,3	13,0	9,8	12,3	14,3	7,8	9,0	10,5	12,0	9,8	14,0
K	11,3	10,5	10,8	12,3	12,0	11,0	9,3	12,3	11,0	10,3	12,0	13,3	8,0	8,0	9,0	13,0	11,0	12,8
	11,5	11,8	9,3	12,8	12,8	10,8	10,3	11,5	11,5	10,8	12,5	13,5	8,0	6,3	10,3	12,8	11,0	13,3
	11,5	12,3	9,8	13,5	13,0	12,3	10,3	11,0	12,0	10,8	13,5	14,0	8,3	8,5	10,0	13,5	11,3	14,3
L	10,8	9,3	8,3	12,0	12,3	9,0	9,5	8,8	11,8	10,5	9,5	13,3	7,5	6,3	9,0	11,8	10,8	10,5
	10,8	10,8	9,8	9,3	10,8	9,8	9,0	10,0	10,8	10,5	11,8	12,5	7,0	6,8	8,5	11,0	11,5	11,0
	10,3	8,8	10,0	12,3	13,0	9,0	9,5	9,0	10,5	10,3	9,8	13,0	7,5	7,3	7,5	11,8	10,5	9,5

TABLEAU 145

S, Qu, Sou, Com

A+Eco	S	∫mF

Modul. de Oá Z

	Amplitude			Qualité			Force Mov.			Forts			Faibles			Brillant		
O	10,5	12,3	12,8	9,3	10,3	11,0	9,8	9,5	12,0	12,0	11,5	14,5	7,3	8,0	9,0	9,0	9,8	11,8
	10,5	13,0	14,0	10,0	11,5	12,5	9,8	11,5	11,8	12,3	13,3	13,8	6,3	9,3	4,0	9,0	10,0	10,5
	9,3	12,5	11,8	9,5	11,5	10,3	9,5	11,5	12,3	11,3	12,8	13,3	5,3	9,0	9,3	9,8	9,8	10,0
P	11,3	13,0	12,0	12,8	14,8	10,0	12,0	12,5	13,0	13,5	14,3	14,3	8,5	9,8	9,0	15,0	14,3	11,8
	12,5	13,5	14,5	10,5	14,0	11,0	11,5	12,8	12,5	13,0	14,5	15,0	6,0	10,0	8,3	14,8	14,3	13,8
	13,3	13,8	13,5	12,8	14,8	10,8	12,0	12,8	12,3	12,8	14,0	14,0	7,8	9,0	8,0	15,0	14,0	12,8
Q	11,8	12,3	16,8	10,0	13,5	13,8	10,3	12,8	14,0	12,0	13,8	16,0	8,3	11,3	8,0	11,0	13,8	14,5
	10,5	13,0	15,5	10,0	13,0	11,8	11,5	13,0	13,8	12,3	14,0	15,5	8,3	10,8	8,5	10,5	13,0	13,5
	11,8	13,8	13,5	10,8	13,3	10,3	11,5	12,5	12,5	13,0	13,0	14,0	9,3	10,3	10,3	12,5	13,0	12,3
R	6,8	8,8	7,8	7,5	10,5	10,3	10,0	11,3	11,3	11,5	11,0	11,5	8,8	9,0	6,5	7,3	7,8	8,8
	7,5	11,0	7,8	10,0	11,5	12,3	11,3	12,5	11,5	11,8	13,8	11,8	9,5	11,3	7,5	7,5	8,0	8,0
	7,3	10,3	8,0	9,0	11,5	11,8	10,5	11,3	11,0	11,3	11,8	11,8	8,8	10,0	5,8	8,3	8,5	8,5
S	10,8	13,8	11,8	10,3	11,3	11,3	10,0	12,0	11,8	11,3	13,3	13,3	7,3	10,0	6,0	10,3	11,8	13,5
	9,5	12,5	13,5	9,5	11,3	13,0	10,8	11,3	10,8	11,8	12,8	14,8	9,0	10,3	8,5	11,3	11,0	11,3
	10,5	12,0	13,5	11,3	11,8	13,0	10,8	11,8	11,8	12,0	13,8	14,5	8,5	10,8	8,5	10,3	12,8	12,3
T	11,5	10,3	13,3	8,8	14,3	9,5	11,0	12,5	10,3	12,0	13,3	11,0	4,8	13,8	2,5	9,5	13,3	11,0
	12,0	12,0	16,0	8,3	13,0	11,0	11,5	13,0	13,8	12,8	14,0	15,0	5,3	10,5	1,5	10,0	13,0	10,8
	11,0	11,3	17,0	8,3	12,3	9,8	10,8	12,3	12,5	12,8	12,5	12,3	5,3	9,8	1,8	7,5	12,0	11,5
U	12,5	15,3	16,3	11,0	14,0	13,5	11,8	14,3	14,0	13,5	16,3	17,8	8,3	9,3	5,8	12,5	14,8	14,5
	12,3	14,5	15,5	12,0	15,0	14,3	11,3	14,5	13,8	13,3	16,0	17,3	8,0	11,8	8,3	12,3	16,3	14,5
	12,3	13,8	15,0	11,3	14,0	13,8	11,5	14,5	13,8	12,8	15,5	16,5	9,3	10,5	8,5	12,0	14,3	14,8
V	10,3	12,3	15,0	10,3	12,5	13,3	11,5	12,0	13,5	12,5	13,5	14,8	9,0	8,8	10,0	10,0	12,3	11,8
	10,8	11,5	12,0	9,8	11,5	10,5	11,0	10,8	11,3	12,5	11,3	12,5	8,5	8,0	8,3	10,3	11,3	10,8
	11,8	11,3	13,5	11,5	12,5	11,8	11,8	12,0	11,8	12,3	12,5	14,3	9,0	9,2	5,3	12,5	12,3	11,5
W	10,5	11,0	11,8	11,5	14,0	15,8	11,3	12,3	11,5	12,8	13,3	13,3	10,0	11,8	8,3	12,3	14,0	13,8
	9,3	10,5	11,5	10,5	13,8	15,3	11,0	11,8	11,0	12,3	12,5	12,8	9,0	10,8	9,0	12,3	14,0	13,8
	9,8	12,0	12,8	11,8	15,0	14,5	11,5	12,5	11,8	12,3	13,3	14,0	9,8	11,0	9,5	13,5	14,8	15,0
X	9,5	12,0	13,8	13,0	14,3	13,0	9,5	12,0	11,0	10,5	12,8	14,0	8,3	14,3	8,8	12,0	14,0	14,3
	11,8	13,0	14,5	11,5	15,0	14,0	11,5	12,5	12,5	12,5	13,0	15,0	8,0	9,8	9,0	13,0	15,3	15,0
	10,5	12,3	15,5	11,0	13,5	13,8	11,3	12,3	12,0	12,0	13,8	15,8	8,3	10,5	6,8	11,5	15,0	14,3
Y	10,5	13,5	10,8	10,5	13,0	13,0	12,5	14,0	14,5	13,0	14,8	15,8	10,0	11,8	13,0	11,0	16,0	15,0
	11,0	13,5	13,8	10,0	13,3	12,8	12,0	14,0	13,8	13,0	15,3	16,5	9,5	10,5	10,0	11,3	16,8	14,5
	11,5	13,3	13,3	11,3	15,5	14,3	12,3	15,3	15,0	13,5	16,5	15,8	10,0	11,8	11,0	12,0	15,8	13,5
Z	9,3	10,8	8,8	10,0	11,8	13,3	10,5	11,8	10,8	11,5	10,5	11,3	8,8	8,5	8,8	11,0	10,5	11,0
	9,3	11,5	9,3	10,3	11,8	13,3	10,8	12,3	13,5	11,5	12,8	14,3	9,3	10,3	12,0	12,3	11,0	13,0
	9,0	10,8	9,8	11,0	10,0	13,5	12,3	10,8	11,8	10,3	12,0	13,3	10,8	9,8	9,8	13,3	9,5	13

TABLEAU 146

S, Qu, Sou, Com

A+Eco	S	fmF

	ΔL Moy f	ΔL Moy m	ΔL Moy F	ΔL Forts			ΔL Faibles		
	0,15	0,10	-0,35	0,15	0,25	-1,20	0,40	0,45	0,85
O	0,10	0,05	-0,40	0,35	0,05	-0,90	0,25	0,15	1,00
	-0,35	0,00	-0,70	-0,35	0,05	-1,20	0,30	0,35	0,85
	0,20	0,00	0,00	0,10	-0,05	-0,25	0,55	-0,10	0,35
P	0,65	0,10	-0,10	0,40	0,10	0,10	1,20	-0,15	0,00
	0,25	0,00	-0,35	0,10	0,25	-0,10	0,95	-0,20	-0,35
	0,00	0,10	0,30	-0,25	0,15	-0,20	0,60	0,05	0,60
Q	0,40	0,05	-0,20	0,50	0,10	0,00	0,85	0,00	0,15
	0,30	0,45	0,00	0,55	0,35	-0,45	1,05	0,10	0,55
	0,20	-0,10	-0,05	0,15	0,20	0,15	0,55	0,10	0,75
R	0,35	0,10	0,05	0,30	0,30	-0,25	0,80	-0,20	0,20
	0,20	-0,05	-0,25	0,25	-0,05	-0,55	0,50	-0,20	0,05
	-0,05	0,10	-0,45	-0,55	0,25	-0,15	0,50	0,10	0,40
S	-0,05	0,10	-0,45	-0,20	0,05	-0,20	0,60	0,00	0,10
	-0,30	0,15	-0,60	-0,35	0,10	-0,10	0,40	0,15	-0,05
	0,00	0,25	-0,10	-0,25	-0,05	-1,10	0,45	0,15	1,05
T	0,00	0,05	-0,55	-0,10	-0,05	-0,90	0,70	0,85	1,30
	0,00	0,10	-0,25	0,05	0,20	-0,90	0,85	0,60	1,35
	-0,35	0,00	-0,50	0,55	0,05	-1,10	0,35	-0,25	0,55
U	-0,80	-0,05	-0,40	-0,05	0,35	-0,35	0,60	-0,15	-0,25
	0,45	0,15	-1,10	0,45	0,15	-1,35	1,05	-0,10	-0,05
	0,15	0,10	-0,10	-0,55	0,10	-1,65	1,00	0,10	0,45
V	0,05	0,15	-0,80	-0,45	0,20	-1,35	1,15	0,60	0,00
	0,15	0,15	-1,20	-0,10	0,05	-1,85	0,85	0,15	0,45
	0,10	0,25	-0,10	0,60	0,10	0,15	0,25	-0,10	0,15
W	0,10	0,15	0,00	0,30	0,10	-0,05	0,10	-0,05	-0,30
	0,00	-0,05	-0,05	0,30	0,20	0,00	0,10	-0,10	0,15
	0,25	0,20	-0,40	0,65	0,00	-0,60	0,40	-0,20	0,35
X	0,20	0,05	0,05	0,40	0,20	-0,05	0,55	-0,10	-0,20
	0,40	0,15	-0,10	0,40	0,25	-0,60	0,95	0,00	0,35
	0,70	0,25	0,20	0,35	0,40	0,05	1,05	0,05	0,55
Y	0,20	0,20	0,00	0,25	0,30	-0,20	0,25	0,10	0,30
	0,35	0,00	-0,25	0,35	0,40	-0,20	0,85	-0,15	0,40
	-0,05	0,45	-0,10	-0,20	0,25	-0,25	0,80	0,60	0,70
Z	0,30	0,05	0,20	0,20	0,00	0,00	1,05	0,10	0,60
	0,15	0,45	0,10	0,20	0,00	0,00	0,75	0,60	0,60

	ΔL Moy f	ΔL Moy m	ΔL Moy F	ΔL Forts			ΔL Faibles		
	0,45	-0,10	-0,40	0,20	0,10	-0,45	0,75	0,15	-0,10
O	0,25	0,25	0,00	0,15	0,20	-0,25	0,35	0,20	0,40
	0,55	-0,15	0,00	0,25	0,00	0,10	0,10	-0,15	-0,60
	0,35	-0,10	-0,35	0,00	-0,05	-0,10	0,00	0,10	0,00
P	-0,10	0,25	0,05	-0,15	-0,15	0,50	0,35	0,00	0,00
	0,20	-0,05	-0,40	-0,05	0,20	0,10	0,35	0,30	-0,25
	0,35	-0,30	-0,10	0,15	-0,30	-0,05	0,25	0,15	0,45
Q	0,10	-0,20	-0,20	-0,05	-0,20	-0,15	0,60	0,15	-0,20
	0,20	0,05	-0,10	0,10	-0,05	-0,25	0,20	-0,10	1,00
	0,25	-0,05	0,20	0,25	0,20	0,20	-0,10	-0,25	-0,30
R	0,10	-0,25	0,05	0,35	0,00	0,20	-0,20	-0,20	-0,30
	-0,10	-0,10	0,30	0,05	0,10	0,40	0,00	0,15	-0,45
	0,80	0,05	0,40	-0,20	-0,15	0,20	0,25	0,10	0,30
S	0,15	-0,20	-0,30	0,15	-0,05	-0,10	-0,20	0,10	-0,15
	0,10	-0,25	-0,55	0,05	0,10	0,35	0,25	0,05	0,50
	0,00	0,25	0,40	-0,15	0,30	0,35	0,75	0,05	-0,25
T	-0,35	-0,50	-0,45	-0,10	-0,15	-0,70	0,45	0,05	0,25
	-0,15	-0,10	-0,10	-0,10	-0,05	-0,20	0,60	-0,10	0,25
	-0,05	0,15	-0,60	-0,30	-0,15	-1,00	0,25	0,45	0,20
U	-0,50	-0,10	-0,10	0,10	-0,15	-0,55	-0,15	0,35	0,20
	-0,15	-0,10	-0,75	0,10	0,20	-0,70	0,30	0,15	0,45
	-0,05	0,00	-0,05	0,05	0,45	-0,15	0,45	0,20	0,40
V	-0,20	0,15	0,40	-0,10	0,30	0,10	0,80	0,35	0,60
	-0,40	0,15	0,20	-0,05	0,10	0,20	0,15	0,25	0,40
	0,10	0,30	0,10	-0,05	0,00	0,10	0,25	0,10	0,10
W	0,50	-0,10	0,35	0,50	0,35	0,30	0,10	0,00	0,10
	0,35	-0,05	0,10	0,35	-0,10	-0,10	-0,10	0,10	-0,25
	0,55	0,00	0,35	0,15	0,10	0,20	0,50	0,05	0,05
X	0,10	-0,15	-0,30	0,00	0,10	-0,50	0,30	0,05	0,15
	-0,30	-0,05	0,05	-0,10	0,10	-0,60	0,40	0,05	0,05
	-0,10	-0,25	-0,05	-0,05	-0,15	-0,35	0,20	-0,15	0,25
Y	0,30	-0,05	-0,75	-0,05	-0,10	-0,50	0,45	-0,05	0,55
	0,15	-0,25	-0,90	-0,35	-0,10	-1,10	0,40	-0,05	-0,50
	0,60	-0,05	0,20	0,45	-0,10	0,20	0,30	-0,35	0,10
Z	0,30	0,30	-0,55	0,35	0,05	0,05	0,25	0,25	0,20
	0,10	0,25	-0,05	-0,20	0,05	-0,30	0,00	0,05	0,1

TABLEAU 147

Ouïe N.P

	Amplitude						Qualité						Brillant					
	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
O	10	9	16	13	17	13	16	13	18	16	13	13	13	12	15	14	15	
	13	12	16	15	13	17	13	12	15	16	14	15	12	12	14	16	14	1
	11	11	16	16	16	14	14	14	16	16	14	14	12	12	15	15	15	14
P	12	9	12	15	14	16	11	10	11	13	11	15	10	10	11	14	13	14
	8	10	15	14	16	16	12	11	14	15	14	13	11	12	14	14	13	15
	11	8	14	13	14	14	12	12	14	15	15	14	11	11	14	14	15	15
Q	13	9	16	12	16	13	14	14	18	16	16	16	12	13	17	16	16	19
	12	10	15	14	16	15	14	12	16	16	18	15	12	12	15	16	17	16
	11	10	13	16	14	12	17	13	13	16	16	11	12	13	13	15	16	16
R	6	8	11	10	11	15	13	11	13	14	11	14	9	11	12	13	13	13
	7	6	10	8	6	10	13	10	13	13	6	13	9	8	13	10	14	12
	5	6	13	12	8	10	13	11	13	14	8	14	10	8	12	12	15	12
S	10	10	14	14	15	16	9	12	14	14	15	16	11	11	13	13	14	15
	12	11	13	15	15	16	12	12	14	14	15	16	11	11	13	13	14	14
	11	10	13	13	16	16	11	14	13	14	16	15	12	11	14	12	16	15
T	14	14	15	17	18	15	12	13	12	14	15	12	12	13	11	14	17	14
	15	12	18	16	18	16	12	12	15	14	17	12	12	12	14	13	17	13
	16	12	16	17	17	15	13	10	15	14	16	14	11	10	15	14	16	14
U	13	10	10	15	14	13	11	11	10	16	14	13	12	12	12	15	14	14
	12	10	15	13	13	13	13	12	15	15	13	14	12	12	13	15	15	15
	10	10	14	11	16	15	12	10	14	14	16	14	11	11	13	14	16	14
V	12	11	18	16	14	16	13	12	18	16	16	16	12	11	16	15	16	15
	12	13	16	16	15	15	14	16	16	16	15	13	12	13	14	14	15	14
	13	11	16	15	16	16	12	12	16	15	16	14	11	11	15	13	16	15
W	8	6	18	9	10	10	12	11	18	12	16	14	10	10	12	12	15	15
	6	8	10	12	8	8	12	11	10	16	13	15	11	13	12	16	13	14
	8	7	15	10	9	10	13	12	15	13	15	14	11	12	14	13	15	14
X	11	11	12	11	15	13	13	12	13	15	15	14	13	11	12	14	16	13
	12	11	11	12	15	13	14	11	14	16	16	16	12	13	13	13	16	16
	11	10	10	11	17	14	13	12	15	16	15	12	12	12	13	16	16	12
Y	9	8	12	11	13	14	11	10	8	12	15	11	11	8	8	12	15	11
	11	7	14	13	12	13	12	10	11	12	15	13	11	11	11	12	15	14
	9	10	15	10	11	13	14	12	12	11	15	14	12	12	13	11	15	13
Z	8	10	12	15	14	13	13	15	13	15	16	15	12	12	12	13	15	15
	10	9	15	13	13	17	13	12	16	16	16	16	13	11	15	16	15	17
	9	9	14	14	13	10	16	14	17	15	16	16	13	13	16	13	16	16

TABLEAU 148

Ouie NP

	Force moyenne						Forts						Faibles					
	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
O	10	11	11	13	16	16	13	14	13	15	19	20	6	6	3	10	10	10
	7	10	13	14	14	14	13	12	15	16	16	18	1	3	7	10	8	7
	12	11	13	13	15	14	13	14	16	17	17	15	4	6	7	10	6	12
P	11	10	13	14	14	15	13	12	14	16	16	18	5	7	11	11	10	9
	12	12	14	15	16	15	14	13	16	17	18	18	10	9	8	10	12	12
	9	11	14	14	16	15	13	13	16	16	18	17	7	9	8	12	10	10
Q	11	12	14	14	15	16	14	13	16	17	17	18	6	9	8	12	10	12
	10	12	13	14	17	15	13	13	15	16	20	18	8	8	8	12	8	10
	12	12	12	15	16	16	14	14	14	17	17	19	7	9	8	10	10	14
R	10	10	12	13	14	14	12	12	14	15	15	16	9	9	10	12	13	12
	12	11	13	13	15	14	13	12	14	14	16	15	10	10	11	13	14	12
	11	11	14	14	15	14	12	12	15	15	16	16	10	10	11	11	13	13
S	9	10	12	12	13	14	11	13	14	16	16	17	5	8	9	8	10	10
	9	9	12	13	14	14	13	12	15	16	16	17	5	6	8	6	10	9
	9	10	12	12	15	14	12	14	14	16	18	18	2	7	9	11	5	8
T	9	10	13	14	16	14	13	13	14	16	18	18	1	0	4	4	4	8
	10	8	13	12	15	14	14	12	16	17	18	17	0	0	0	4	2	9
	9	11	14	14	15	13	12	12	16	16	18	17	0	0	0	6	3	10
U	12	11	12	16	16	15	14	13	14	18	19	17	8	6	10	11	11	12
	12	12	13	15	16	15	14	14	16	17	18	17	6	8	7	12	10	12
	11	12	13	16	17	15	13	14	16	18	20	17	9	6	9	13	12	12
V	12	10	13	13	16	14	13	12	16	16	17	17	5	4	8	8	10	10
	11	11	15	13	15	14	13	13	13	16	16	18	3	6	8	8	8	11
	11	9	14	13	14	14	13	12	16	16	16	17	5	5	8	8	6	9
W	10	11	13	14	15	15	12	12	14	15	15	17	9	10	12	13	12	13
	10	12	13	14	14	14	12	13	15	16	15	16	8	8	11	13	11	12
	12	12	12	14	15	15	13	13	15	15	16	18	9	10	5	12	12	14
X	10	8	12	12	14	14	13	12	13	16	16	18	8	4	9	11	10	12
	11	9	12	15	15	14	12	12	13	16	18	15	6	6	10	13	10	12
	11	10	14	15	15	14	13	12	16	17	19	16	4	6	9	13	11	12
Y	11	12	13	16	16	14	13	13	15	17	18	18	8	11	10	13	12	12
	11	12	13	15	16	15	13	13	15	17	17	18	8	9	10	11	11	12
	12	12	14	14	17	16	14	14	16	15	20	18	9	9	9	13	13	13
Z	11	11	10	13	15	15	14	13	12	15	17	18	10	5	6	7	12	11
	12	11	14	14	16	15	14	13	17	16	17	17	9	10	11	11	13	10
	11	12	12	13	16	14	13	14	14	15	18	19	9	9	8	8	13	12

TABLEAU 149

Ouïe NP

	Δ niveau moyen						Δ Forts						Δ Faibles					
	f		m		F		f		m		F		f		m		F	
O	[illegible]	[illegible]	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,7	1,1	0,0	0,0	1,0	-0,8	-0,6	-0,4	[illegible]	-1,0	-0,5
	[illegible]	[illegible]	0,0	0,0	-0,1	-0,5	0,0	0,6	0,5	0,0	0,4	[illegible]	0,1	0,0	-0,5		0,0	-1,5
	[illegible]	[illegible]	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,1	0,0	[illegible]	-0,8	0,6	-0,5	[illegible]	-0,6	-0,5
P	[illegible]	0,8	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,9	0,6	0,2	0,0	0,1	-0,5	[illegible]	-0,3	-0,2
	[illegible]	0,0	0,0	0,0	0,3	-0,1	0,0	1,0	1,2	0,9	-0,4	0,0	0,4	-1,0	-1,0	[illegible]	-1,0	0,0
	0,5	-0,5	-0,5	0,1	0,0	-0,5	0,5	0,5	1,0	1,4	1,0	1,0	0,0	-1,3	-1,0	[illegible]	0,0	-1,0
Q	0,0	-0,1	-0,1	-0,3	0,0	-0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	0,2	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	[illegible]	-1,0	-1,4
	0,0	-0,6	-0,3	-0,5	0,0	-0,5	0,5	0,4	0,6	1,3	0,0	0,5	0,0	-1,1	0,5	[illegible]	-0,3	-1,0
	0,5	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,5	1,2	1,0	0,6	1,1	0,0	-0,8	0,0	0,0	-1,0	[illegible]	-0,3	-1,8
R	0,0	-0,0	-0,5	0,5	-0,4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-0,3	1,0	0,0	0,1	-0,8	-1,1	-1,5	-1,5
	0,0	0,6	0,0	0,5	-0,5	-0,2	0,0	1,1	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,0	[illegible]	0,0	0,0
	0,0	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,0	-1,2	-0,5	[illegible]	-0,3	-0,7
S	1,0	0,0	0,2	-0,2	0,4	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5	0,6	0,6	0,2	-1,0	-0,4	[illegible]	0,2	-1,0
	0,5	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,7	0,5	1,0	1,0	-0,5	[illegible]	-0,4	-0,5
	1,0	0,6	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,0	0,5	0,4	-0,4	-0,4	[illegible]	-0,6	-0,5
T	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,4	1,6	1,0	-0,4	0,5	-0,1	0,0	-1,0	0,0	0,0	-2,0
	0,0	1,2	0,0	-0,1	0,0	-0,4	1,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,3	[illegible]	0,0	-1,5
	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,6	0,0	1,2	0,4	1,0	0,5	0,0	0,2	0,0	-0,4	0,0	-1,5
U	0,1	0,4	0,0	0,1	-0,3	-0,3	0,5	-1,7	2,0	0,6	-0,4	0,5	0,1	-0,8	-1,5	-1,1	-0,6	-1,0
	0,4	0,5	0,0	-0,1	0,1	-0,2	0,6	1,0	2,5	0,6	0,2	0,8	0,0	0,0	-1,5	-0,5	0,6	-1,0
	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	+0,6	1,0	1,9	0,1	0,5	0,0	-0,6	-0,5	-0,5	-0,1	-1,5
V	0,0	0,8	0,0	-0,2	-0,4	-0,4	0,5	-1,1	0,5	0,6	0,5	0,8	0,0	0,1	-0,5	[illegible]	-0,6	-1,2
	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,4	-0,6	0,6	-1,6	1,0	0,8	0,7	0,5	0,0	-0,4	-1,0	-0,8	0,0	-1,0
	0,3	-0,2	0,0	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4	1,5	0,5	0,5	0,0	0,0	-0,6	-0,6	0,0	-0,5
W	0,3	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,5	-0,2	0,0	0,0	-1,1	0,0	-0,5
	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,4	-0,5
	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	-0,8	-0,6
X	0,6	0,5	0,0	0,1	0,0	-0,5	1,0	1,1	0,6	0,0	0,0	-2,0	-0,3	0,6	-0,5	-0,8	[illegible]	-1,5
	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,3	0,5	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	-1,4	[illegible]	[illegible]
	-0,5	0,6	0,0	-0,5	-0,2	0,0	0,5	2,0	1,0	-0,2	-0,7	-0,5	-0,5	0,0	-0,5	-0,6	-0,4	-2,0
Y	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	-0,4	0,6	+0,9	1,0	1,2	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,6	[illegible]	-0,5	-1,5
	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	-0,3	1,0	-1,5	0,5	0,9	0,1	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	[illegible]	[illegible]
	-0,3	-0,5	-0,2	0,1	-0,4	-0,5	0,0	-1,0	0,5	0,2	0,0	0,0	-0,5	-0,4	-0,5	0,0	[illegible]	[illegible]
Z	0,4	0,0	0,7	-0,2	0,5	0,5	1,4	0,2	1,5	0,5	0,6	0,8	[illegible]	1,0	0,0	0,7	[illegible]	0,5
	0,3	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,0	-1,0	-0,5	0,1	-0,6	
	0,2	-0,1	0,5	0,5	0,6	0,0	0,9	+0,0	1,5	-0,2	0,2	0,5	-0,2	-0,3	-0,5	0,5	-0,5	

TABLEAU 150

Tests de Student - Fisher (sur A+Eco)

	MS	Qu. Or	Sou Rel	A Eco
A	-2,57	-1,67	-1,30	-1,09
	-2,24	-1,64	-1,54	-0,71
	-2,10	0,02	-0,58	-0,72
B	-0,99	-0,29	-0,89	-1,30
	0,15	-1,86	0,56	0,01
	0,21	-0,20	-0,44	-1,78
C	-1,25	-1,42	-2,92	0,41
	-0,41	-0,86	-3,23	-1,84
	-0,16	-1,19	-2,02	-1,29
D	1,77	-1,98	-3,17	-0,73
	1,25	-1,54	-3,67	-1,64
	1,46	-1,68	-3,45	-1,54
E	-1,22	-1,09	-1,93	0,07
	-0,34	-1,54	-0,10	-0,51
	-0,91	-0,48	-2,09	-0,73
F	-0,72	0,31	-1,74	-0,56
	-0,78	-1,39	-0,21	0,74
	-0,71	-0,81	-1,29	0,12
G	-0,34	-0,03	-2,33	-0,20
	-0,59	-0,01	-1,36	-0,25
	0,13	0,09	-2,76	-1,17
H	-0,25	1,58	-1,44	1,98
	0,12	-0,50	-0,94	-0,27
	-0,86	0,84	-0,43	-0,06
I	0,04	-0,02	-1,81	-0,58
	-0,07	-0,32	-4,04	-1,62
	-0,63	-0,50	-2,25	0,54
J	-2,20	-2,86	-1,48	-0,26
	-3,01	-1,49	-1,18	0,02
	-0,04	-3,64	-0,86	-0,50
K	0,15	-1,59	-2,10	-0,80
	-0,50	-1,51	-2,95	-0,75
	-0,90	-1,60	-1,34	-0,66
L	-0,79	-1,47	-3,16	0,16
	-1,93	-2,43	-2,50	-0,67
	-2,35	-1,42	-3,65	-0,55

	MS	Qu. Or	Sou Rel	A. Eco
O	-2,60	-1,27	0,47	-0,85
	-2,33	-0,58	0,56	0,56
	-0,63	-0,51	0,66	-0,29
P	-0,17	0,02	1,70	0,94
	-0,91	0,00	0,97	0,04
	-0,33	0,20	1,53	1,35
Q	-0,72	2,04	3,24	-0,02
	-1,18	3,33	0,99	-0,35
	-1,88	0,66	2,60	-0,83
R	-0,35	-0,53	-1,10	-0,31
	0,25	0,70	2,18	0,73
	0,07	0,83	1,00	0,40
S	-1,08	0,29	0,25	0,55
	-1,67	0,34	-1,04	-1,31
	-0,36	0,15	2,27	0,80
T	-0,85	-1,17	0,85	0,86
	-0,27	1,16	0,82	1,52
	0,59	-0,66	1,42	0,34
U	-1,58	1,85	0,52	-0,68
	-2,77	1,85	2,20	-1,72
	-1,23	-0,05	1,37	-0,83
V	-1,30	1,49	1,21	-0,15
	-1,45	1,93	0,86	-1,55
	-0,27	1,78	0,25	-1,34
W	-2,76	0,89	2,35	0,50
	-2,52	0,94	-0,10	1,30
	-2,91	1,15	0,61	1,77
X	-1,39	2,19	0,68	-1,43
	-3,79	2,21	0,97	-0,61
	-0,95	0,85	2,97	-0,91
Y	-2,43	-0,06	0,68	-0,03
	-2,22	1,13	2,21	-1,25
	-2,57	-0,80	3,51	-0,74
Z	-0,98	0,20	0,05	-3,41
	-1,60	0,70	0,56	-1,3
	-0,54	-0,51	1,67	-1

TABLEAU 151

—> 250 —> 0,500 **Corrélations entre traits ($e \times 10^2$)** $V(\lambda,\mu)$ Vconstant

	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	LM	F_R	f_b	BR	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b
A	-0,07	0,56	0,60	0,32	0,41	-0,49	-0,50	-0,39	-0,04	0,50	0,45	0,12	0,41	-0,06	-0,02	0,01
	-0,09	0,25	0,50	0,17	0,12	-0,32	-0,31	-0,35	0,01	0,30	0,47	-0,13	0,21	0,03	-0,14	0,16
	-0,09	0,40	0,54	0,05	0,36	-0,26	-0,43	-0,13	-0,13	0,29	0,43	-0,07	0,28	-0,03	-0,20	0,13
B	0,04	0,32	0,41	0,03	0,11	-0,02	-0,24	0,18	-0,34	0,18	0,21	0,02	0,10	0,12	0,02	0,09
	0,20	0,45	0,43	0,39	0,35	-0,18	-0,22	-0,23	-0,01	-0,03	-0,09	-0,07	0,03	0,14	0,06	0,16
	0,07	0,24	0,13	0,11	0,15	-0,29	-0,21	0,04	-0,26	0,11	0,18	0,17	-0,08	-0,02	0,02	0,11
C	0,12	0,45	0,57	0,32	-0,20	-0,26	-0,39	-0,17	-0,03	-0,02	0,01	-0,34	0,05	-0,02	-0,12	-0,10
	0,22	0,45	0,60	0,24	-0,07	-0,34	-0,60	-0,14	0,14	0,00	-0,07	-0,46	0,05	0,18	0,02	-0,25
	0,07	0,57	0,58	0,27	-0,05	-0,41	-0,56	-0,21	0,21	0,15	0,26	-0,23	0,06	-0,05	0,10	-0,09
D	50	9	9	-13	48	-5	-10	13	23	-26	-12	-28	40	-9	-3	-15
	19	3	-5	-4	21	-8	-17	43	11	-17	-10	-9	16	-4	-21	4
	35	14	5	4	31	-40	-20	17	8	-27	-7	-29	18	-28	-10	-14
E	-5	28	40	4	17	-31	-35	-11	27	-20	5	-45	14	-10	-10	-24
	7	46	58	23	19	-22	-28	-37	24	-8	-1	-29	18	-9	-18	-20
	9	39	43	7	29	-20	-53	-29	21	0	10	-42	25	-15	-37	-33
F	-14	41	49	2	8	-27	-15	-18	-12	42	63	7	-4	37	38	15
	-17	13	40	-16	14	-12	-25	-12	-20	49	61	3	-12	29	32	30
	-7	25	41	-4	25	-27	-18	-17	-17	52	56	-4	-14	48	32	8
G	8	0	17	-4	20	13	-6	8	4	24	13	1	-10	11	19	-2
	3	15	37	7	14	3	-21	16	-9	27	32	8	11	-5	-13	-5
	-16	19	39	6	18	-17	-28	-7	-24	43	43	-5	-8	15	6	-12
H	-11	42	53	18	12	-47	-44	-26	-32	43	59	-10	-10	17	23	-5
	-6	37	44	12	10	-29	-31	15	-13	38	53	4	-4	17	15	-3
	-1	52	70	28	23	-46	-62	-11	-22	51	55	-12	0	7	-9	-13
I	12	2	4	-1	22	-2	-18	4	13	-5	1	-10	26	-38	-26	-28
	49	16	9	9	46	-6	-16	19	30	-24	-3	2	[illegible]	-16	-15	9
	23	10	4	21	22	-19	-25	22	28	-14	11	-13	21	-15	-24	-16
J	-6	26	28	8	-1	-1	-26	18	4	44	43	0	18	2	-7	15
	3	26	17	14	-8	6	-12	7	-3	27	33	2	15	1	-9	9
	9	35	35	7	-4	-4	-30	5	-10	46	44	4	5	0	-15	24
K	40	40	22	24	28	-27	-16	-1	8	6	6	-4	28	-24	-9	-27
	18	35	26	2	26	-20	-14	6	8	-14	20	-32	20	-25	10	-10
	34	27	14	17	41	-8	8	-6	7	-2	21	-28	24	-27	-18	-7
L	45	29	49	-4	31	-29	-24	-18	1	-26	-5	-28	20	-27	-14	--
	29	24	28	25	4	-3	-10	-7	9	-15	-15	-31	9	-11	-8	
	31	42	59	-10	37	-28	-23	-40	-2	-14	1	-19	10	-31	-6	

TABLEAU 152

Correlations entre traits ($\varrho \times 10^2$)

—> 0,250 —> 0,500

	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	LM	FR	f_b	BR	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b
O	0	59	55	19	23	-60	-41	-38	1	17	25	-3	28	-12	-8	-4
	4	44	52	10	1	-34	-48	-28	11	12	22	4	8	-9	-17	16
	14	48	52	23	14	-37	-20	-27	-17	23	22	4	-7	19	-3	4
P	13	20	1	16	9	-11	-6	-2	1	23	17	35	21	-3	-23	34
	-7	34	4	49	21	-19	-27	6	4	13	30	28	13	12	-3	25
	16	40	-10	28	52	-19	-11	20	-10	24	30	36	7	-5	-3	41
Q	35	62	16	38	56	-34	-51	28	26	16	1	14	35	-4	-20	17
	43	56	38	34	30	-16	-6	-14	1	38	22	16	0	16	0	5
	32	53	18	38	33	-11	-17	5	10	18	18	-2	25	-11	-9	-3
R	29	2	42	-46	24	-3	-20	9	30	11	-8	4	31	-16	-18	-12
	11	40	40	-25	42	-19	-31	-5	31	9	6	7	9	-26	-34	-25
	29	24	36	-39	34	-19	-28	5	50	10	14	0	19	-17	-22	-29
S	-17	34	39	9	-11	-40	-40	-7	26	3	18	7	27	-5	11	-24
	12	53	49	21	-13	-39	-40	-12	19	-4	14	-14	29	-4	18	-18
	-29	47	49	3	-11	-35	-36	-14	15	16	43	-5	30	-11	9	-21
T	-22	27	39	-27	-7	-5	-25	25	28	24	22	-7	21	17	7	12
	-18	34	44	-36	-1	-15	-21	23	24	-1	14	-19	25	2	4	14
	-24	21	22	-49	-2	-12	-12	-3	8	27	19	12	14	9	-2	26
U	16	64	61	6	38	-24	-40	14	15	33	30	20	38	13	7	17
	29	55	53	20	37	-30	-44	16	28	19	26	21	40	5	-3	26
	2	31	47	-5	29	-24	-29	16	11	35	44	27	25	-1	7	34
V	34	45	48	-3	11	-10	-5	-25	4	43	27	-1	6	22	14	-5
	42	45	30	6	17	-17	-34	-38	26	20	14	-13	31	9	1	-3
	2	42	50	-14	19	-25	-32	-7	20	14	9	-25	24	-5	-27	-10
W	42	47	36	14	47	3	-15	31	41	12	14	10	[illegible]	-13	-15	10
	42	50	30	22	47	-10	2	14	23	1	-5	17	45	-20	-30	12
	44	38	37	-3	53	-8	-31	22	43	9	-3	24	28	-2	-40	21
X	25	61	53	53	49	-34	-33	-18	29	15	24	0	49	-20	-16	2
	23	48	50	42	40	-29	-22	-2	32	15	27	-1	46	-9	8	6
	2	51	63	35	44	-41	-54	-21	3	11	18	3	35	-35	-31	-16
Y	25	25	14	9	7	-14	-20	16	22	11	17	30	44	-10	-6	16
	41	47	49	30	47	-17	-35	3	20	28	13	29	34	16	2	11
	23	53	47	52	31	-22	-33	-17	27	12	26	-2	34	-1	-4	-7
Z	24	51	23	10	35	-25	-29	-10	22	11	7	2	37	-3	-12	
	34	17	6	16	19	0	-9	20	7	23	38	18	6	21	23	
	-14	46	29	30	19	-9	-29	4	5	33	31	24	30	24	2	

TABLEAU 153

Corrélations entre traits : 24 ($\lambda\mu$)

$R \times 10^2$

—> 0,250 —> 0,500

	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	LM	FR	fb	BR	ΔLM	ΔFR	ΔFb	LM	ΔLM	ΔFR	Δfb	LM	ΔLM	ΔFR	Δfb
A mono	10	35	54	-11	23	-17	-37	3	12	1	14	-1	30	-11	-11	-7
	10	31	51	-15	19	-15	-33	14	-4	8	18	-6	13	-6	-10	3
	7	42	56	-9	26	-23	-44	4	4	10	21	-4	21	-7	-16	1
A stéréo	22	35	45	2	33	-21	-33	9	23	16	12	-10	36	2	-8	-9
	21	40	60	-3	30	-26	-40	17	26	11	9	-5	32	0	-13	3
	13	40	47	-7	25	-19	-34	10	16	18	18	-12	28	-4	-14	-8
A qual	13	40	56	-4	26	-17	-37	14	19	16	17	-3	33	-5	-9	-4
	13	43	58	-8	26	-16	-40	18	6	12	19	-9	23	0	-8	5
	5	48	64	-8	24	-23	-43	19	2	18	28	-11	15	1	-7	0
A ord	21	31	43	-5	31	-21	-33	-3	13	16	14	-4	33	-1	-7	-11
	20	29	44	-10	24	-19	-30	12	14	17	17	2	22	1	-9	2
	17	34	42	-8	28	-19	-35	4	16	13	16	-2	32	-8	-20	4
A sonv	20	28	46	-23	28	-13	-32	14	22	14	12	-3	40	-7	-7	-11
	20	33	51	-29	23	-13	-31	29	14	10	10	-14	28	3	-8	-5
	13	38	52	-23	28	-20	-38	13	17	17	21	-8	33	-8	-10	-6
A rel	11	44	55	18	28	-23	-38	-3	13	14	15	-3	26	-2	-13	-3
	11	40	51	12	27	-23	-39	3	8	15	20	1	27	-4	-13	10
	5	45	53	11	22	-22	-41	-1	3	11	20	-6	16	-2	-21	1
Eco mono	12	49	57	3	25	-29	-35	7	5	17	24	3	24	0	4	10
	4	40	51	-3	26	-20	-32	13	6	23	24	7	15	8	9	13
	6	46	59	1	29	-27	-38	0	4	24	23	3	18	2	-4	1
Eco stéréo	1	46	60	-5	29	-28	-37	2	2	27	29	4	31	-4	-6	-3
	1	41	60	-2	23	-27	-41	-3	7	26	32	3	30	-3	-8	8
	-7	43	62	3	34	-37	-45	-2	6	21	34	1	36	-15	-11	-1
Eco qual.	14	48	59	-11	34	-24	-29	4	20	12	14	-6	38	-9	-6	-3
	12	36	51	-12	30	-18	-25	7	25	13	19	-7	36	-4	-7	3
	9	43	58	-9	40	-29	-33	6	15	14	20	-9	36	-11	-19	-3
Eco ord	0	46	55	9	22	-33	-43	9	-2	32	38	13	20	3	2	14
	-5	44	58	7	21	-30	-48	7	-7	35	36	15	12	8	6	21
	-8	46	59	12	25	-34	-50	9	-1	30	36	12	19	-2	3	7
Eco sc.	9	42	52	-2	34	-16	-39	12	5	28	25	10	34	-5	-8	1
	5	37	51	-6	34	-24	-39	12	14	25	25	7	33	-3	-10	17
	0	44	56	1	38	-35	-48	6	10	27	30	7	35	-10	-18	
Eco Rel	1	54	64	-2	18	-30	-33	1	2	16	29	-3	19	2	8	
	0	44	59	0	15	-22	-33	0	-2	24	32	2	10	10	1	
	-2	45	63	3	25	-27	-35	5	-2	17	29	-5	15	-2	5	3

TABLEAU 154

Corrélation entre traits 24 ($\lambda\mu$) — $R \times 10^2$

— > 0,250 — > 0,50

	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	LM	FR	f_b	Br	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b	LM	ΔLM	ΔFR	Δf_b
A_f	14	33	53	-2	40	-14	-29	-6	27	8	3	-20	37	-17	-24	-23
	13	30	50	-13	34	-13	-32	17	10	14	16	-6	21	-7	-24	-1
	20	39	55	0	38	-23	-34	0	25	6	11	-24	39	-25	-36	-23
A_m	26	32	41	-12	34	-9	-29	17	24	27	17	35	35	-15	-3	12
	27	30	47	-9	27	-15	-20	24	23	10	16	22	22		-1	24
	19	33	45	-20	28	-3	-26	10	20	10	12	20	20	-9	-14	11
A_F	7	31	50	-16	9	-12	-32	26	-4	35	35	17	17	15	19	15
	6	38	51	-20	12	-10	-39	28	-17	35	37	3	10	20	12	14
	-2	41	54	-18	12	-20	-41	26	-12	33	46	4	2	20	17	25
Eco f	30	36	50	-19	38	-29	-26	4	19	7	7	-6	39	-12	-13	-2
	24	20	41	-22	39	-2	-20	22	26	20	5	4	33	-5	-19	7
	26	29	49	-16	39	-20	-30	-1	19	4	6	10	29	-15	-23	2
Eco m	6	48	53	-4	26	-17	-21	21	10	10	32	5	29	1	4	9
	8	36	51	-13	24	-20	-21	22	17	23	33	-9	22	1	1	8
	-2	38	55	-2	32	-22	-34	24	14	23	30	4	32	-10	-3	5
Eco F	-6	52	63	-4	21	-27	-45	13	-2	31	36	7	21	8	10	17
	-13	43	58	2	20	-21	-39	5	-8	33	45	17	23	10	11	27
	-9	49	63	-2	28	-30	-43	3	5	28	38	0	27	2	-3	7
S Qu Sou Com (A+Eco) M_f	-12	54	59	-18	45	-38	-36	-15	25	34	41	-13	53	-16	-10	-7
	-12	33	48	-35	34	-12	-27	28	8	44	48	-18	33	-8	-19	-24
	-22	60	67	-20	44	-42	-58	-18	-2	56	50	-6	27	-14	-34	-17
M_m	-5	24	52	-25	9	-6	-45	35	-8	56	35	16	10	33	10	3
	-7	12	50	-55	18	-12	-28	40	3	31	36	-4	1	31	10	13
	-11	17	48	-34	6	-15	-52	25	4	43	37	34	-3	28	6	41
M_F	27	33	62	-43	13	-10	-29	43	19	0	0	13	12	-14	-3	11
	27	49	62	-16	34	-2	-26	37	-2	19	9	25	42	-3	-5	36
	10	52	78	-30	19	-23	-43	12	16	18	16	-17	32	-6	-13	-13
S Qu Sou Com (A+Eco) S_f	17	29	42	-19	16	-20	-36	9	-4	12	-5	16	9	4	-18	3
	13	25	42	-45	16	-20	-17	21	1	23	20	8	8	16	-10	2
	26	36	46	-7	22	-24	-33	8	17	5	9	10	30	23	2	4
S_m	19	47	50	-11	42	-15	-39	9	40	-2	-16	-7	41	-15	-16	6
	34	57	69	7	30	-20	-56	36	47	-14	-22	-17	45	-8	-17	-2
	24	47	69	6	43	-35	-39	5	48	-10	-13	0	56	-48	-24	-5
S_F	24	47	57	-26	44	-17	-31	19	8	34	23	-14	37	13	10	3
	15	51	60	-46	27	-34	-40	16	7	22	20	-7	44	16	-6	16
	10	52	56	-41	38	-25	-25	27	0	27	30	-14	25	4	0	18

TABLEAU 155

Ouie normale

Corrélation entre traits $e \times 10^2$ — > 0,25 — > 0,75

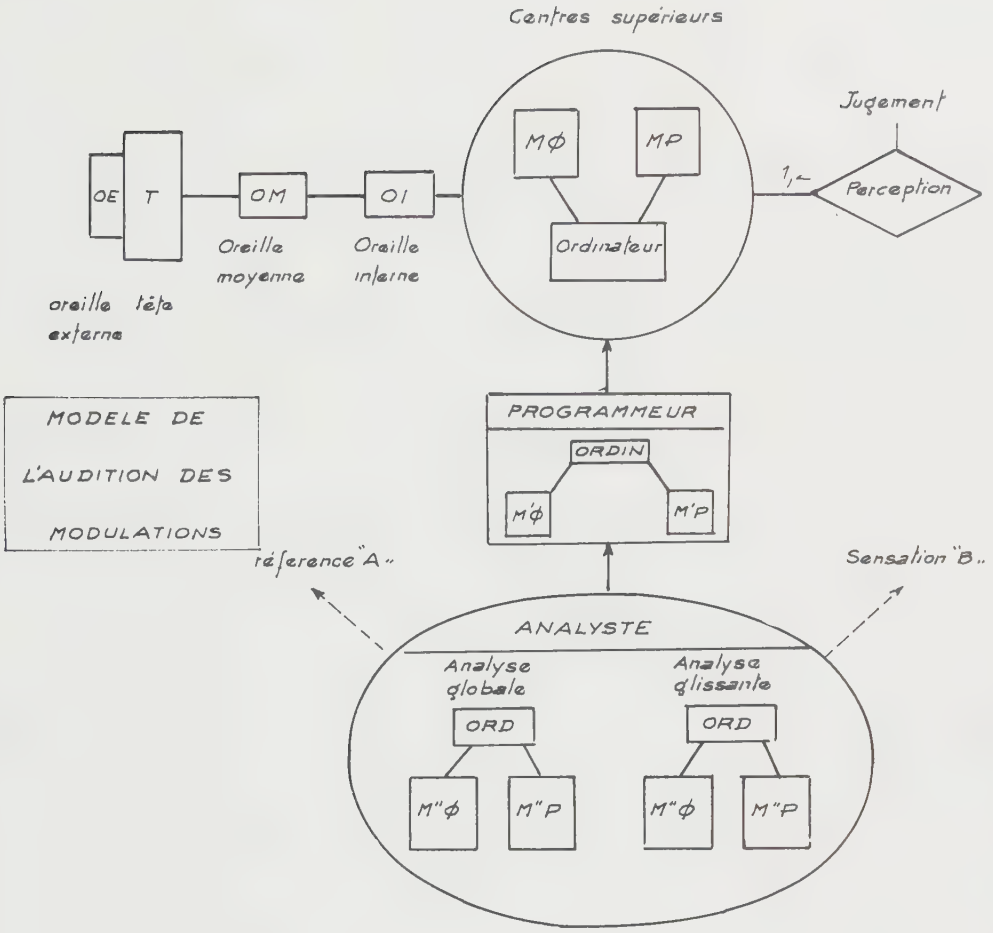
	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	Moy	FR	fb	Br	ΔM	ΔFr	Δfb	M	ΔM	ΔFr	ΔFb	Moy	ΔM	ΔFr	ΔFb
O	-24	73	61	21	(11)	61	12	6	(84)	(92)	(93)	(95)	63	50	25	19
	(87)	38	19	38	50	50	90	-99	79	0	55	-93	99	-50	6	-63
	50	76	97	95	100	.	-50	94	-19	.	50	76	76	.	-50	95
P	1	76	94	36	94	.	63	-11	.	.	0	0	93	.	84	-43
	99	92	92	11	90	60	11	-99	87	50	28	-100	65	19	51	-94
	95	96	92	76	97	-79	100	-50	99	-54	94	-19	100	-61	97	-28
Q	98	84	79	66	100	-76	33	9	72	-87	50	28	88	-69	24	0
	96	93	87	1	96	-28	-57	-80	100	0	-78	-60	100	0	-78	-80
	-42	76	76	93	14	-94	-98	-47	28	69	24	100	76	19	-33	81
R	0	87	94	69	50	-98	30	-88	0	0	0	0	87	-33	-68	-85
	-69	-42	-42	-50	-24	69	.	.	94	-100	.	.	98	-87	.	.
	-14	61	61	19	-14	-79	50	-97	69	-50	79	-11	69	-50	79	-11
S	100	100	98	100	100	-91	-65	-33	100	-92	-63	-36	100	-91	-65	-33
	93	95	93	95	87	-22	91	-71	100	-56	100	-92	98	-67	100	-97
	100	99	100	32	95	-80	-97	-90	98	-76	-98	-87	98	-94	-85	-99
T	97	93	100	69	97	.	-97	36	82	.	-100	58	82	.	-100	58
	92	92	87	50	87	.	-87	50	100	.	-99	11	99	.	-100	0
	76	63	76	100	69	100	19	.	98	76	79	.	100	69	84	.
U	-28	69	69	5	69	-50	-99	77	50	-69	14	-83	100	-97	-79	7
	-19	5	83	5	14	-89	88	-82	97	-28	-64	72	100	-58	-35	45
	93	93	96	76	95	76	-14	-37	100	95	-50	0	100	92	-43	-8
V	76	5	58	43	76	19	1	-65	69	-50	1	-99	69	-50	1	-99
	28	97	28	97	84	28	85	-69	50	100	-28	50	95	76	42	-19
	100	100	100	76	98	-50	-50	-50	100	-50	-50	-50	98	-33	-33	-33
W	-9	30	37	65	8	-65	-65	65	72	-69	-69	69	97	-80	-80	80
	100	72	87	87	50	65	87	-94	72	65	87	-94	96	98	87	-76
	61	-38	32	-84	40	.	-96	38	50	.	-36	38	69	.	-12	-69
X	97	96	97	96	88	-69	-99	-100	87	-50	-92	-97	72	-28	-80	-88
	97	88	92	28	88	-28	-28	.	97	-50	-50	.	100	-69	-69	.
	38	59	79	62	93	-2	-99	99	97	92	-23	50	85	35	-86	97
Y	32	92	92	96	32	28	-35	-92	66	-82	-100	7	66	-82	-100	7
	-42	22	33	50	-19	-19	-89	19	80	97	-64	-97	92	100	-83	-100
	-79	22	14	-19	14	65	94	19	43	-98	-94	-76	100	-65	-19	-95
Z	76	62	43	14	76	50	-69	53	98	-19	-99	96	98	-19	-99	96
	92	60	92	60	92	-100	-98	-85	87	-92	-98	-99	87	-92	-98	-99
	65	50	50	14	98	91	15	-98	-33	28	84	-50	65	97	-4	-10

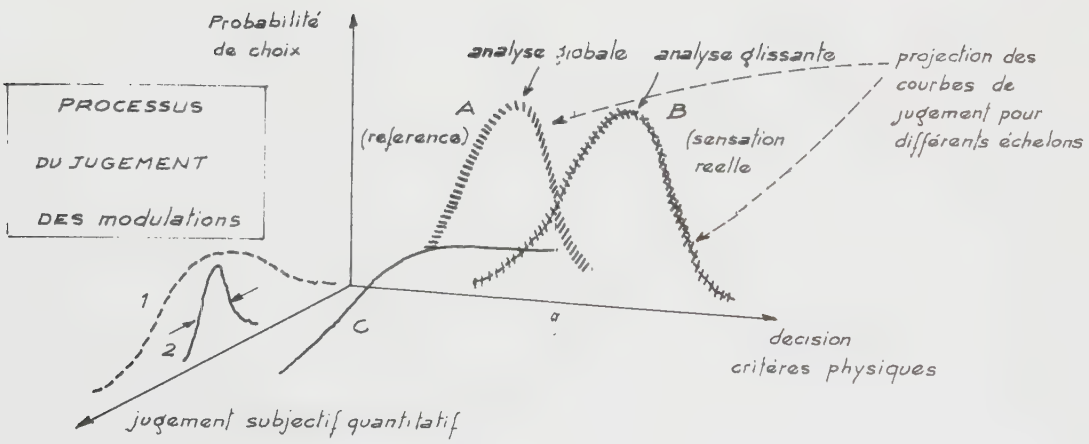
TABLEAU 156

Ouie perturbée — Corrélations entre traits ($\varrho \times 10^2$) — $> 0{,}50$ — $> 0{,}75$

	Amplitude								Qualité				Brillant			
	Qu	Moy	Fr	fb	Br	ΔM	ΔFr	Δfb	Moy	ΔM	ΔFr	Δfb	Moy	ΔM	ΔFr	Δfb
O	50	80	62	100	76	50	-23	65	-11	-50	-96	98	100	94	47	0
	80	92	99	66	98	-80	-92	-87	97	-28	-97	-39	98	-65	-98	-74
	80	74	95	74	100	-80	30	-55	19	-100	-33	5	79	-76	37	-61
P	96	100	98	79	99	-95	-28	-79	98	-83	-53	-60	98	-98	-16	-87
	65	94	99	93	100	-76	-81	95	87	0	-9	40	94	-76	-81	95
	88	100	100	64	100	-89	82	99	84	-56	99	94	100	-92	76	97
Q	97	96	100	97	96	-96	-39	-86	87	-87	-16	-71	100	-100	-63	-97
	91	99	98	76	98	-71	42	45	84	-36	76	78	94	-57	58	61
	74	58	43	100	50	0	24	-33	-13	68	83	40	100	-87	-72	-98
R	72	87	87	72	72	24	96	-87	97	-50	50	-97	97	-50	50	-97
	87	98	98	65	100	-70	-99	76	94	-96	-78	33	98	-70	-99	76
	94	94	84	50	94	-94	0	100	100	-100	0	96	100	-100	0	96
S	98	98	100	76	98	-18	98	19	100	0	93	0	100	0	93	0
	94	100	100	65	99	-98	79	-100	94	-87	94	-97	99	-94	87	-100
	97	100	100	24	96	-65	-100	-24	87	-94	-87	-69	96	-84	-96	-50
T	65	76	43	33	76	-76	98	19	0	0	78	87	100	-100	63	-50
	76	79	94	60	94	-87	0	-24	19	-34	-65	45	94	-98	33	-55
	92	100	83	68	92	80	83	-45	94	50	98	-77	94	50	98	-77
U	99	98	98	84	100	-53	-89	-100	94	-43	-83	-98	99	-59	-92	-100
	94	100	100	100	100	-99	-87	-87	94	-89	-98	-65	100	-99	-87	-87
	65	45	45	55	65	-65	-76	65	97	-100	0	100	97	-100	·	100
V	97	97	98	94	100	-99	-92	-44	88	-92	-99	-22	97	-99	92	-44
	14	79	74	56	94	-50	-83	-79	-50	79	44	50	94	-76	-96	-94
	87	100	100	100	94	95	24	-90	81	98	69	-56	94	80	-9	-99
W	89	100	99	97	92	-28	92	-68	89	19	64	-28	92	11	70	-35
	50	50	50	65	94	·	-50	50	100	·	50	-50	76	·	-19	19
	87	94	80	87	87	-76	76	-11	98	-98	98	-60	98	·	98	-60
X	19	76	87	60	19	-92	-94	-76	79	-56	-52	-79	79	-56	52	-78
	87	78	72	79	98	-94	-87	-74	99	-98	-50	-98	88	-99	-76	-85
	-28	54	54	59	-28	-29	-77	-100	65	-84	-40	23	65	-84	-40	23
Y	50	50	94	60	72	-65	-76	-99	100	33	18	-63	96	5	-10	-82
	94	100	98	94	76	14	-80	0	94	-19	-95	-33	76	-54	-100	-65
	94	87	97	50	87	-50	-65	-92	65	-76	-37	-100	50	-87	-19	-99
Z	0	60	50	43	43	-17	60	-68	0	0	0	0	98	82	98	-95
	87	96	96	0	87	98	87	-65	97	76	50	-19	97	76	50	-19
	19	19	-14	-33	-33	100	-58	87	100	16	69	-33	87	-34	96	-76

TABLEAU 157


Centres supérieurs
Jugement
MΦ
MP
Ordinateur
Perception
OE
T
OM
OI
Oreille moyenne
Oreille interne
oreille tête externe
MODELE DE L'AUDITION DES MODULATIONS
PROGRAMMEUR
ORDIN
M'Φ
M'P
référence "A"
Sensation "B"
ANALYSTE
Analyse globale
Analyse glissante
ORD
ORD
M"Φ
M"P
M"Φ
M"P


Probabilité de choix
PROCESSUS DU JUGEMENT DES modulations
analyse globale
analyse glissante
projection des courbes de jugement pour différents échelons
A
(reference)
B
(sensation reelle
1
2
C
a
decision critères physiques
jugement subjectif quantitatif

D E U X I E M E S U J E T

Propositions données par l'Université

CRITERES PHYSIQUES DE LA QUALITE ACOUSTIQUE DES SALLES

ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ DE PARIS VI

4, Place Jussieu - 75230 PARIS-CEDEX 05

SERVICE DE LA SCOLARITE

Bureau des Enseignements du 3e cycle

TÉLÉPHONE : 336-25-25 - 325-12-21

PERMIS D'IMPRIMER

DOCTORAT : . . DOCTORAT ES SCIENCES. . . . . .

THESE DE : . . . .Sciences appliquées. . . . . .

NOM : .Monsieur CONDAMINES . . . . . .

Prénoms : . Roland . . . . . .

né le .4 avril . . 19.28 à . . . PARIS 6ème. . . . . Dépt : .Seine

1ère THESE : "Contribution à l'étude psychophysique de la régulation du niveau sonore dans la prise de son." . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2e THESE (Propositions faites par l'Université) : . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

RESIDENT : M. GAUTHIER

XAMINATEURS : M. SIESTRUNCK
M. LEIPP
M. MATRAS

Vu et Approuvé

PARIS, le .14 décembre. 1972

Le Président

de l'Université de PARIS VI